Seinem geliebten Oheim und Vater

A. R e n g g e r, Med. Dr.,

seinem verehrten Leiter in diesen Untersuchungen

Hrn. J. H. F. v. A u t e n r i e t h,

Med. Dr. und Prof. an der Universität zu Tübingen,

seinen verehrten Lehrern

Hrn. C. F. v. K i e l m e y e r, Med. Dr.

Hrn. F. G. G m e l i n, Med. Dr.

Hrn. F. A. G. E m m e r t, Med. Dr.

Professoren an der Universität zu Tübingen,

widmet mit Dankbarkeit diese Untersuchungen

der Verfasser.

Durch des Herrn Professors von Kielmeyer vergleichende Anatomie, die ich hier anhörte, wurde ich veranlaſst, mehrere anatomische Untersuchungen sowohl an Wirbelthieren, als an wirbellosen Thieren anzustellen. Dadurch immer mehr besonders mit der Anatomie der Insecten bekannt geworden, entschloſs ich mich, auch über das Physiologische dieser Thiere einiges zu untersuchen, so viel es mir meine medicinischen Studien erlauben würden.

Herr Professor von Autenrieth, mit dem ich darüber sprach, gab mir auf, die Verdauung der Insecten zu untersuchen. Von da aus wurde ich immer weiter, zur Beobachtung anderer Theile, und der Verwandlung der Larven in vollkommene Insecten geführt. So entstand, unter der gütigen Leitung des Herrn Professors von Autenrieth, diese kleine Schrift, die aber bei weitem nichts vollständiges, sondern ein bloſses Bruchstük zur Physiologie der Insecten ist. Auch wäre sie noch nicht unter die Presse gekommen, hätte ich nicht gefürch-

tet, da ich an eigenen Entdekungen noch nicht reich genug bin, um diese kleine Genugthuung meiner Anstrengungen zu verschmerzen, dafs mir ein Anderer zuvorkommen möchte, wie es zum Theil schon durch des Herrn Herolds Werk geschehen ist. Da ich aber nicht in allem mit ihm übereinstimme, und diese Blätter einige von ihm theils nicht genug, theils gar nicht, bekannt gemachten Beobachtungen enthalten, so hoffe ich doch, dafs sie noch einigen Werth für den Naturforscher haben.

Tübingen,
im December 1816.

# Allgemeine Uebersicht des Insectenbaues.

Die Insecten haben mit den Wirbelthieren gemein, das Hautsystem, das Muskelsystem, das Nervensystem, das Respirationssystem, das Verdauungssystem und das Generationssystem.

Statt des Skeletts ist bei den Insecten ein mehr oder weniger hornartiges Hautsystem. Seine Gestalt und Härte wechselt in den verschiedenen Arten, und ihren verschiedenen Stufen von Ausbildung sehr ab. Bald stellt es, wie bei den Raupen, zum Theil auch bei verschiedenen Mükenarten eine bloſse starke Haut vor, bald zeigt es sich, wie bei den Coleopteris, als aus hornähnlichen Schaalen von verschiedener Gestalt, Gröſse und Festigkeit bestehend. Bey dem gleichen Insect kann aber die Härte dieses Hautsystems an verschiedenen Stellen des Körpers gröſser oder geringer seyn. Dieses die Stelle des Skeletts vertretende Hautsystem entsteht, wie man bei der Bildung desselben wahrnimmt, aus Häuten von eyweiſsartigem Stoff, die sich verhärten, und denen noch andere Bestandtheile, wie phosphorsaurer Kalk, mögen beigemischt seyn [1]).

Die zur Bewegung des Körpers dienenden Muskeln der Insecten befestigen sich auf der inneren Seite dieses Systems, und nicht wie bei den Wirbelthieren, um ein inneres Skelett herum.

---

1) Siehe Johns tabellarisches Verzeichniſs zerlegter Animalien, p. 126. Deke der Insecten.

Das Nervensystem der Insecten unterscheidet sich auffallend von dem der Wirbelthiere. Es liegt nämlich nur der erste Nervenknoten, das ist, das Hirn, auf der Rükenseite des Nahrungs-Canals, der übrige Theil des Nervenstranges hingegen unterhalb desselben mit den übrigen Eingeweiden in derselben Höhle, und nicht in einem eigenen Canal, wie das Rükenmark der Wirbelthiere, eingeschlossen. Auch liegen die Ganglien an dem Markstrange selbst, und nicht auf den Seiten desselben, oder blofs durch feine Fäden mit dem eigentlichen Markstrange verbunden, unregelmäfsig in den verschiedenen Höhlen des Körpers zerstreut.

Zum Athmen haben die Insecten keine eigentlichen parenchymatosen Lungen mehr, die blofs durch eine Oeffnung auf der Oberfläche des Körpers münden; sondern sie respiriren durch Tracheen, die auf beiden Seiten des Körpers durch mehrere Oeffnungen (Stigmaten) die athmosphärische Luft aufnehmen, und sie in den fein zertheilten Aesten zu allen Theilen des Körpers führen.

Uebrigens unterscheiden sich die Lungen der Mammalien und die der Insecten nicht so sehr von einander, als es beim ersten Anblike scheint. Das Parenchyma der Lungen der Mammalien wird nämlich durch die Verästelungen der arteria aspera, der Pulmonal-Arterien und Venen und durch Zellgewebe gebildet. Da aber bei den Insecten sowohl das Gefäfssystem als das Zellgewebe fehlt, so bestehen ihre Lungen blofs aus den Zerästelungen der arteria aspera, die aber nicht, wie bei den Mammalien, in einen gemeinschaftlichen Gang zusammentreten, der mit der Oberfläche des Körpers zusammenhängend die athmosphärische Luft aufnimmt; sondern sie treten in zwei grofse auf beiden Seiten des Körpers seiner ganzen Länge nach hinlaufende Stämme zusammen, die an mehreren Stellen mit der Oberfläche des Körpers zur Aufnahme der athmosphärischen Luft communiciren.

Das Verdauungssystem der Insecten besteht aus einem Oesophagus, aus einem oder mehreren hinter einander liegenden Mägen und einem Darmcanal, den man in einen dünnen und diken abtheilen kann.

Alle zur Absonderung bestimmter Säfte bei höheren Thieren dienende drüsenartige Eingeweide, so weit sie entweder durch zusammengewikelte Zerästelungen des Gefäfssystems allein, oder in Verbindung mit entgegenkommenden Zerästelungen eines Ausführungs-Ganges gebildet werden, fehlen bei den Insecten, so eine eigentliche Leber, Pancreas, Nieren, Thymus, Thyreoidea, Milz, Nebennieren. Die bei den Insecten noch vorkommenden Absonderungs-Organe für bestimmte Säfte bestehen daher einfach nur aus Ausführungs-Gängen und absondernden Häuten.

Das Gefäfssystem fehlt ganz den Insecten, also auch die Circulation der Säfte. Ihr Blut oder der seine Stelle vertretende Saft ist in dem hohlen Theil des Körpers, den die inneren Organe nicht ausfüllen, ohne bestimmte Bewegung eingeschlossen, und bespült alle Organe unmittelbar; denn die Insecten mangeln gänzlich des Zellgewebes, das in den Wirbelthieren alle einzelne Organe mit einander verbindet, und das ein Mittelglied ist, zwischen dem ernährenden Gefäfssystem und dem ernährten Organ. Häute und Tracheen vertreten bei den Insecten zwischen ihren einzelnen Organen dieses ihnen fehlende, den Wirbelthieren, welche ein Gefäfssystem und Kreislauf haben, eigene Verbindungs-Mittel. Mit dem Zellgewebe fehlen den Insecten auch die lymphatischen Gefässe und lymphatischen Drüsen.

Eigen hingegen ist den Insecten das pulsirende Rükengefäfs.

Wenn bei den Thieren der sogenannten höheren Ordnungen nur in einen Theil des Körpers Luft, gleichsam in einer versammelten Masse, eindringt, und dagegen das mit dieser Luft in Berührung getretene Blut in zahllos zerästel-

ten Gefässen eingeschlossen, auf alle Theile des Körpers sich verbreitet; so ist im Gegentheil bei den Insecten das Blut in der allgemeinen Höhle ihres Körpers in eine Masse vereinigt, und die Luft wird durch unzählige Verästelungen der Tracheen zu jedem einzelnen Organ unmittelbar gebracht.

Die Umwandlungen, die fast alle Insecten durchmachen müssen, ehe sie in ihren vollkommenen Zustand gelangen, unterscheiden sie ebenfalls von den mehrsten Thieren der anderen Classen.

---

## Speisenweg und dessen Functionen.

---

### *Lage und Structur des Speisecanals im Allgemeinen.*

Ueber die Lage und Structur des Speisecanals will ich hier blofs im Allgemeinen einiges vorausschiken, und zwar mehr in Bezug auf die Insecten, an denen ich meine Beobachtungen anstellte.

Der Speisecanal der Schmetterlings-Raupen fängt beim Munde an, und geht ohne Krümmungen in gerader Richtung fort bis an den After, so dafs er mit der Raupe immer die gleiche Länge hat. Er läfst sich in einen Schlund, Magen und Darmcanal eintheilen. Der Oesophagus ist sehr kurz und dünn. Er ist bei den verschiedenen Arten durch einen bald mehr bald weniger bemerkbaren Apparat auf ihm befestigter, sich kreuzender Muskelfasern, von dem auf ihn folgenden Magen getrennt. Der Magen nimmt fast zwei Dritttheile des Speisecanals ein. Seine Weite übertrifft um vieles die des Oesophagus und des Darmcanals. Auf den Magen folgt der Darmcanal, dessen Structur aber bei den verschiedenen Raupenarten sehr abweicht, z. B. die Raupe der Sphinx Euphorbiæ hat drei Abtheilungen im Darmcanal,

so auch die der Phalæna Cossus, die durch Schliefsmuskeln von einander getrennt sind. Andere Raupen, wie die einiger Tagschmetterlinge, haben blofs zwei Abtheilungen.

Der ganze Speisecanal besteht aus zwei eigentlichen Häuten, einer äusseren Muskelhaut und einer inneren Schleimhaut. Die Schleimhaut löset sich im Anfang des Magens von der Muskelhaut ab, wenigstens bei den gröfseren Raupen, wie bei der der Sphinx Euphorbiæ, Atropos, Galii, Elpenor, läfst einen Raum zwischen sich und der Muskelhaut und befestigt sich erst wieder am Ende des Magens, von wo aus sie dann immer in Verbindung mit der Muskelhaut bis an den Ausgang des Darmcanals fortläuft. Sie ist eine sehr dünne, und wenn sie abgewaschen wird, durchsichtige Haut, die im Magen auf ihrer inneren Seite stark mit einem Schleim überzogen ist, der sich aber von ihr durch das Messer und durch Waschen wegnehmen läfst. Es scheint dieser Schleim von ihr ausgeschieden zu werden. Bei der Raupe der Sphinx Euphorbiæ finden sich an dieser Schleimhaut ihrer ganzen Länge nach keine Zotten, wie sie in anderen Raupen, z. B. bei der Kohlraupe, im Magen statt finden sollen [2]). Eben so wenig fand ich sie bei den Raupen der Sphinx Galii, der Bombyx Vinula, und der Phalæna Cossus.

In den oberen Theil des Oesophagus münden sich die Speichelgefässe, wenn sie vorhanden sind, in den Darmcanal die Gallengefässe, mehrstens in die zweite Abtheilung desselben.

Bei den vollkommenen Insecten überhaupt ist die Länge des Speisecanals fast immer gröfser, als die des Körpers, und es scheint sich zum Theil seine Länge, wie bei den

---

2) Siehe Entwikelungs-Geschichte der Schmetterlinge von Herold, §. 18.

Säugethieren, nach der vegetabilischen oder thierischen Nahrung zu richten. Auch hier läfst sich der Speisecanal in einen Schlund, Magen und Darmcanal eintheilen. Der Schlund ist länger, als der der Larven, wenigstens bei den Insecten, die einer vollkommenen Metamorphose unterworfen sind; er ist sehr dünn, und läuft vom Mund an bis an den Anfang des Bauchs, wo er in den Magen, oder wenn mehrere vorhanden sind, in den ersten derselben übergeht. Bei mehreren Schmetterlingsarten, wie bei Papilio Atalanta, Brassicæ, befindet sich am Oesophagus eine sakförmige Erweiterung, die Kropf oder Honigmagen genannt wird. (Diese Erweiterung verdient um so mehr den Namen eines Magens, da sich eine wurmförmige Bewegung daran zeigt. Schon Herold bemerkte diese wurmförmige Bewegung an diesem Honigmagen, wie er es in der Note zu §. 82. in seiner Entwikelungsgeschichte der Schmetterlinge anführt.) Auf den Schlund folgt der Magen; mehrstens ist aber mehr als einer vorhanden, wie z. B. bei einigen Schmetterlingen zwei, (zwar nicht bei allen, z. B. bei Papilio Brassicæ, den Honigmagen abgerechnet, nur einer) bei dem Dytiscus marginalis vier, wenn man die vierte geringe Erweiterung des Darmcanals noch als einen Magen annehmen will. (Da sich die Gallengefässe gleich an seinem Ende in ihn inseriren, so halte ich diesen vierten Magen eher für eine Erweiterung zur bequemeren Aufnahme des Gallenstoffs.) Die Mägen sind aber in ihrer Structur sehr von einander verschieden. Sie folgen nach einander, und nicht wie bei den grasfressenden Mammalien, neben einander, und sind vom Oesophagus und unter sich selbst durch muskulose Apparate getrennt.

Der von dem lezten Magen an anfangende Darmcanal macht bis zu seinem Ende, dem After, verschiedene Krümmungen. Er ist bei den Schmetterlingen nicht wie bei den Raupen, durch jene starke Ringmuskeln in Abtheilungen ge-

trennt. Man kann ihn aber doch auch in einen diken und dünnen Darm abtheilen. Seine Weite ist weit geringer, als die der Mägen. Bei mehreren Insectenarten findet sich an seinem Ende ein sehr muskuloser Blinddarm, z. B. beim Dytiscus marginalis, Sphinx Euphorbiæ, Papilio Brassicæ u. a. m.

Der Speisecanal der vollkommenen Insecten besteht ebenfalls aus zwei Häuten.

Auch bei vollkommenen Insecten münden sich die Speichelgefässe, wenn ihrer da sind, in den Oesophagus, und die Gallengefässe in den Darmcanal. Ob wohl bei den Asseln, wo die Gallengefässe sich dicht bei der Speiseröhre öffnen sollen [3]), diese Gefässe nicht Speichelgefässe sind? —

Soviel im Allgemeinen über die Lage und den Bau des Speisecanals.

## *Verdauung der Raupen.*

Meine Beobachtungen über die Verdauung stellte ich besonders bei den Raupen der Sphinx Euphorbiæ, Galii, der Bombyx Vinula, der Sphinx Elpenor und Atropos an. Da ich fand, dafs in allen diesen Raupenarten die Verdauung auf gleiche Art vor sich geht, so will ich hier blofs die an der Raupe der Sphinx Euphorbiæ gemachten Beobachtungen und Versuche angeben, da sich mir diese Raupen-Species am allerhäufigsten zur Untersuchung darbot.

Die Raupe der Sphinx Euphorbiæ beifst beim Fressen immer ein Stükchen Euphorbien-Blatt nach dem andern mit ihren Frefszangen ab, und bringt es vermittelst der Muskelbewegungen der verschiedenen Theile des Mundes und des Oesophagus in den Magen. Ein einziges Stükchen gelangt nur sehr schwer

3) Siehe deutsche Uebersezung von Cüviers vergleichender Anatomie, Band 3. S. 712.

und langsam dahin; es müssen immer ihrer mehrere seyn, damit der Schlund etwas ausgedehnt werde, und dann seine Muskeln sich kräftiger zusammen zu ziehen streben. Ich machte mehreremal den Versuch, und liefs die Raupen nur ein Stükchen abbeissen, schnitt sie zu verschiedenen Zeiten, fünf Minuten bis eine Viertelstunde, nachdem ich sie hatte fressen lassen, auf, und fand die Stükchen mehrstens noch im Oesophagus.

Im Schlund wird die Speise schon mit einem Speichel umgeben; denn wenn man eine Raupe gleich nachdem sie gefressen hat, öffnet, und die Nahrung aus dem Oesophagus nimmt, so findet man sie schon mit einer Flüssigkeit gemengt, die der Speichel ist, den man auch bei Raupen, die keine Nahrung zu sich genommen haben, in der Speiseröhre findet. Dieser Speichel ist wässerigt, ungefärbt, was man besonders bei hungerleidenden Raupen sehen kann, wo kein Pflanzen-Extractivstoff ihn färben kann, welches bei wohl genährten Raupen oft geschieht. Er färbt das Kurkumapapier braunröthlich und die Kurkumatinctur braun; er scheint also alkalinische Theile zu enthalten. Wenn die Raupe genekt wird, so giebt sie ihn gleich zuerst aus dem Munde.

Bei der Raupe der Phalæna Cossus und anderen finden sich eigene Speichelgefässe vor; bei den Raupen, wo sie nicht vorhanden sind, scheinen die Wandungen des Oesophagus selbst den Speichel abzusondern. Ist nun die Speise in den Magen gelangt, so tritt der im Magen enthaltene schleimigte Saft zu ihr und durchzieht sie gänzlich. Dieser Magensaft ist in wohlgenährten Raupen immer vom Pflanzen-Extractivstoff grün gefärbt; läfst man aber die Raupen mehrere Tage hungern, so wird er immer durchsichtiger, und ist zulezt blofs noch durch die im Magen zurükgebliebenen verdorbenen Speisen etwas hellbräunlich gefärbt. Auf Kurkumapapier gestrichen,

verändert er dessen Farbe ins braunröthliche, und besonders wenn er von solchen Raupen, die einige Zeit gehungert haben, genommen wird, bei denen er daher concentrirter erscheint; denn er sammelt sich bei hungerleidenden Raupen in grofser Menge im Magen an. An der athmosphärischen Luft verliert das Kurkumapapier in etwas die durch den Magensaft erhaltene Farbe, aber nie ganz, was geschehen müfste, wenn der Magensaft amonisch wäre, wie es in Johns tabellarischem Verzeichnifs zerlegter Animalien nach Brugnatellis Untersuchungen angegeben ist. Durch essigsaure Dämpfe leicht geröthetes Lacmuspapier erhält in etwas seine blaue Farbe wieder, wenn man es in Magensaft taucht. Schwefelsäure zum Magensaft gegossen, bewirkt ein Entwikeln von Luftbläschen. Es scheint also auch der Magensaft alcalinische Theile zu enthalten. Ob aber dieser Magensaft blofs der mit den Speisen aus dem Oesophagus heruntergekommene concentrirte Speichel sey, oder ob er aus der Schleimhaut des Magens abgesondert werde, wage ich nicht zu entscheiden. Die Schleimhaut wenigstens, wenn sie rein abgewaschen, und von dem auf ihr liegenden Schleim gesäubert wird, greift das Kurkumapapier nicht mehr an; selbst der auf ihr liegende Schleim thut dieses nicht immer, wenn man nur die mit der Nahrung in Berührung tretende Schichte desselben wegnimmt. Speichel und Magensaft verhalten sich, wenigstens bei den Raupen der Sphinx Euphorbiæ, Elpenor, Galii, der Bombyx Vinula, und anderen mehr, auf gleiche Weise. Auch bei mehreren vollkommenen Insecten sind Speichel und Magensaft alcalinisch, von gleichem Geruch und von gleicher Farbe, z. B. beim Carabus granulatus und einigen Heuschreken-Arten. Doch scheint hie und da ein eigener Apparat vorhanden zu seyn, um einen Magensaft abzusondern, wie die drei Reihen von Blinddärmchen um den Magen der Larven der Maikäfer, ferner wie die Blinddärmchen an den Zottenmägen (nämlich den

mit nach aussen gehenden hohlen Fortsätzen) des Dytiscus marginalis und Carabus granulatus. Da aber die Därmchen bei den zwei leztgenannten Insecten erst an dem Magen, wo, wie später erwähnt werden wird, der Chylus ausgeschieden wird, sich vorfinden, und nicht an den vorderen Mägen, wo doch eigentlich die Speisen verdauet werden; so möchte ich eher glauben, sie seyen da, um den Chylus aus dem Magen in die Körperhöhle zu führen, worüber noch weiter unten einiges gesagt werden wird.

Immer aber ist bei den Raupen der im Magen enthaltene Saft etwas schleimigt. Der Schleim wird von der Schleimhaut abgesondert. Die mit der Nahrung oder dem Magensaft in Berührung tretende, auf der Schleimhaut noch liegende Schichte scheint nur durch den Magensaft das Vermögen erhalten zu haben, Kurkumapapier braunroth zu färben; denn die untere Schichte thut es nicht mehr.

In dem Magen wird die Nahrung nicht zerrieben, denn die Häute des Magens haben dazu einen viel zu zarten Bau, sondern blofs durch den Speichel und Magensaft aufgelokert, ausgezogen, zum Theil aufgelöst, und durch die fortwährende, wurmförmige Bewegung durcheinander gerührt. Nimmt man etwa eine bis zwei Stunden, nachdem die Raupe gefressen hat, den Inhalt des Magens heraus, so findet man den Magensaft ganz grün, was von dem ausgezogenen Pflanzen-Extractivstoff herrührt; die Blattstükchen sind etwas aufgelokert, und schienen mir, wenn man die Raupe noch später, etwa 4 Stunden, nachdem sie gefressen hat, öffnet, besonders im unteren Theile des Magens nicht mehr so fleischigt.

Das mehr oder weniger breyähnliche Aussehen der Nahrung hängt blofs vou den kleineren oder gröfseren Stükchen ab, die die Thiere beim Fressen abbeissen, und von der gröfseren oder geringeren Auflöslichkeit der Nahrung; z. B. bei der gemeinen Kohlraupe sieht die Nahrung im Magen viel

breyähnlicher aus, als bei der Raupe der Sphinx Euphorbiæ, und das blofs defswegen, weil die Erstere kleinere Stükchen beim Fressen abbeifst, und weil ihre Nahrung, nämlich der Kohl, viel saftiger, auflöslicher und weniger faséricht ist, als die Nahrung der Zweiten, das Wolfsmilchkraut.

Es ist nun im Magen, wo der Chymus, oder hier, da die Galle nichts zur Bildung des eigentlich nährenden Saftes beiträgt, (wovon im nächsten Abschnitt) eigentlicher Chylus bereitet von den Wandungen desselben aufgesogen, und ins Blut, (wenn ich so die Flüssigkeit, die alle Theile des hohlen Körpers innen bespült und ernährt, nennen darf) gebracht wird, wie ich weiter unten dieses durch einige Versuche zu belegen suchen werde.

Durch den Druk der immer neu ankommenden Speisen und durch die peristaltische Bewegung fortgeschoben, tritt nun der untere Theil der im Magen befindlichen Nahrung, die hier weit weniger Flüssigkeit enthält, als die, die in der Mitte und im oberen Theil des Magens liegt, durch den sich öffnenden Ringmuskel in den Darmcanal. Hier wird die Speise nach der bei den verschiedenen Raupenarten verschiedenen Gestalt des Darmcanals geformt, geht durch die verschiedenen Abtheilungen desselben hindurch, nimmt den Stoff der Gallengefässe auf, (bei der Wolfsmilchraupe z. B. in der zweiten Abtheilung des Darmcanals), und wird mit diesem Stoff durch den After als ein aus den unverdaulicheren Fasern, die aber mehrstens noch so wie im Blatt zusammenhangen, zusammengesezter Cylinder, oder sechsseitiges Prisma, oder als eine mehr eyförmige Masse herausgestofsen.

Bei wohlgenährten Raupen zeigt sich Nahrung im ganzen Magen; der Darmcanal ist nicht so gleichförmig angefüllt, sondern bald die bald jene Abtheilung. Das Contentum des Magens ist fast von der gleichen Farbe, wie die Pflanze, aus der es besteht, nur etwas dunkler. Je mehr

die Speise im Nahrungscanal abwärts gelangt, desto dunkler wird sie; nur im Darmcanal erhält sie oft durch den hinzu tretenden Gallenstoff eine von der Farbe dieses Stoffs abhängende Färbung. An der athmosphärischen Luft werden die Excremente zulezt oft ganz schwarzgrün, sehr hart, und sind dann schwer in kaltem Wasser aufzulösen. Der Schleim, der mit dem Koth abgeht, mag zum Theil diese Härte veranlassen. Der frische Koth ist ganz weich, und enthält noch eben so viel Feuchtigkeit, als gleich im Anfang des Darmcanals. Er zerfällt im Wasser, und dieses wird etwas schleimigt, und von dem Pflanzen-Extractivstoff grün gefärbt.

Wenn man die Raupen sieben und mehr Tage hungern läſst, so findet man bei der Section im Magen, und diesem oder jenem Theil des Darmcanals, immer noch Nahrung. Ihre Farbe ist dann hellbraun, ihr Geruch oft stinkend. Die Blattstükchen sind sehr weich, und oft zerreiblicher, als die im Magen einer wohlgenährten Raupe. In den Wandungen des Magens bemerkte ich keine Veränderungen. Die Raupen können lange hungern, acht und mehr Tage, bis sie sterben. Ihr Nahrungssaft vermindert sich aber, je länger sie keine Nahrung erhalten. Sie fallen dabei sehr zusammen. Läſst man ältere Raupen hungern, die der Einpuppung schon nahe sind, so findet man auch noch Nahrung im Magen, aber zugleich puppen sie sich entweder ein, (mehrstens zu unvollkommenen, oder wenn sie äuſserlich auch vollkommen erscheinen, zu nicht lange lebenden Chrysaliden) oder machen wenigstens Versuche dafür, die mehr oder weniger gelingen, wie im Abschnitt über die Verwandlung in Chrysaliden erwähnt werden wird. Läſst man aber jüngere Raupen auch noch so lang ohne Nahrung, so sterben sie am Ende, ohne daſs irgend eine Veränderung an ihnen wahrzunehmen wäre, sowohl äuſserlich als innerlich, die auf ein Streben zum Einpuppen deutete. Es scheint, es

fehle ihnen zu diesem Zweke sowohl noch an Kraft, als an Stoff zur Ausbildung der äufseren und inneren Organe.

Der Magen hat eine starke wurmförmige Bewegung; seine Muskeln ziehen sich fortwährend an verschiedenen Stellen zugleich zusammen, rühren so die Speisen und den Magensaft durch einander, so lange die unteren Schliefsmuskeln zusammengezogen sind, und stofsen, sobald diese sich öffnen, den unteren Theil des Contentums des Magens in den Darmcanal.

In dem Darmcanal selbst konnte ich keine eigentliche peristaltische Bewegung wahrnehmen. Seine Muskeln scheinen sich blofs dann in Bewegung zu setzen, wenn Excremente oder viel Gallenstoff in den Darmcanal kommen, so dafs dann ein blofses Fortdrüken dieser Substanzen statt findet.

Der Magen der Raupe der Sphinx Euphorbiæ, so wie auch der der Raupe der Sphinx Galii u. a. m. ist auch einer antiperistaltischen Bewegung fähig. Wenn man nämlich das Thier sehr nekt, so giebt es zuerst einen hellen, dann einen grünen Saft, und zulezt einen grofsen Theil der im Magen enthaltenen Speisen mit viel Luft vermengt, von sich. Der helle Saft ist der blofse Speichel, der im Oesophagus war, der grüne ist schon mit dem Pflanzen-Extractivstoff gemengter Speichel oder Magensaft und Chylus. Die antiperistaltische Bewegung kann zulezt so stark werden, dafs die Schleimhaut des Magens hervorgebrochen wird. (Hat eine Raupe die Schleimhaut herausgebrochen, so ist die Verdauung ganz gestört, und das Insect stirbt nach einigen Tagen ab.) Uebrigens mögen die heftigen Zusammenziehungen der Hautmuskeln auch vieles zu dieser antiperistaltischen Bewegung beitragen; denn schneidet man die Raupe auf dem Rüken ihrer ganzen Länge nach auf, wovon das Thier nicht gleich stirbt, so erfolgt das Erbrechen in weit geringerem Grad. — Beim Erbrechen kommen immer sehr viele Luftblasen zum Vorschein. Diese Luft kommt aus dem Ma-

gen, und wurde vorher zum Theil mit der Nahrung verschlukt, zum Theil mag sie sich, nach dem, was bei den Mammalien geschieht, zu schliefsen, bei der Verdauung selbst aus den vegetabilischen Stoffen entwikeln. Ich fand meistens Luft im Magen, ehe das Einpuppungs-Geschäft anfing. Um zu sehen, ob Luft im Magen sey, ehe ich das Thier quälte, und nicht etwa erst verschlukt worden sey, um das Erbrechen zu erleichtern, schnürte ich zu gleicher Zeit den Raupen Schlund und After zusammen, und öffnete sie. Ich fand bei der Section meistens einige Luftbläschen im Magen.

Da das Erbrechen und somit das Ueberziehen der umliegenden Gegenstände mit Speichel und Schleim eine Waffe der Raupen ist, so scheinen sie, wenn sie gequält werden, um das Hervorgeben des Contentums des Magens zu erleichtern, Luft zu verschluken; denn es wird weit mehr Luft hervorgebrochen, als sich sonst im Magen vorfindet, und als der Magen auf einmal neben den Speisen enthalten könnte. Aus den Tracheen, die zum Magen gehen, scheint diese Luft sich nicht zu entwikeln, wenigstens dringen Flüssigkeiten, in die Tracheen eingesprizt, aus diesen nicht in den Magen.

Nicht alle Raupen-Arten können gleich leicht die Nahrung durch den Mund von sich geben, z. B. die Raupe der Bombyx Vinula thut es nicht leicht, wahrscheinlich weil ihr die Natur eine andere Art von Waffe an der Säure, die sie aus dem ersten Halsringe von sich sprizt, wenn sie genekt wird, gegeben hat.

Als Belege, dafs der Chylus im Magen bereitet, von den Wandungen desselben aufgesogen, und in die Höhle des Körpers gebracht werde, mögen folgende Beobachtungen und Versuche dienen:

Ich fand oft zwischen der Schleim- und der Muskelhaut des Magens der Raupe der Sphinx Euphorbiæ einen braunen, etwas diken Saft. Dieser Saft färbt Kukumapapier schon

nicht mehr braunroth, wie der Magensaft es thut, eben so wenig röthet er Lacmuspapier. Ich halte ihn vielmehr für Chylus, der nur eines Durchschwizens durch die Muskelhaut und der Einwirkung der durch die Tracheen eingeathmeten Luft bedarf, um allgemeine Nahrungsflüssigkeit für den Körper zu werden. Nimmt man diesen Saft weg, und sezt verdünnte Säuren oder Alcohol dazu, so coagulirt ein Theil davon zu gelben Floken. Ueber dem Feuer coagulirt er ebenfalls sogleich. Dieser coagulirte Stoff löset sich in concentrirter Schwefelsäure auf, und läfst sich durch zugeseztes Wasser in Floken wieder niederschlagen. Es verhält sich also dieser braune Saft zum Theil schon wie die Ernährungs-Flüssigkeit des Insects, und stimmt mit dem Chylus des Menschen darin überein, dafs er weder vorschlagende Alkalescenz noch Säurung zeigt.

Ich nahm ferner das Contentum des Magens, verdünnte es mit kaltem destillirtem Wasser und filtrirte die Mischung. Die Flüssigkeit, die durch das Filtrum gegangen war, sah grün aus, wegen des beigemischten Pflanzen-Extractivstoffs. Ich gofs nun verdünnte Schwefelsäure dazu; es zeigte sich im Anfang ein weifses Wölkchen, und bald darauf ein weisser Niederschlag. Ich sezte gleichfalls die durchfiltrirte Flüssigkeit über Feuer; ich konnte kein Trübwerden wahrnehmen, aber nach einiger Zeit zeigten sich an der kalten Luft schwimmende Flökchen. Diese Flökchen und der oben erwähnte Niederschlag lösten sich in concentrirter Schwefelsäure auf, und schlugen sich durch zugeseztes Wasser daraus nieder, (verhielten sich also wie der coagulirte Stoff des Nahrungssaftes, wovon später).

Ich machte den gleichen Versuch mit dem Koth und der Nahrung, die im Darmcanal enthalten war, fand aber nichts, als durch Hitze ungerinnbaren Schleim und Gallenstoff.

Läfst man ferner eine Raupe einige Zeit, nachdem sie gefressen hat, sich in ein Gefäfs, das mit irgend einer ver-

dünnten Säure angefüllt ist, brechen, so zeigen sich gleich sehr viele Floken eines gerinnenden Stoffs. Diese Floken zeigen sich schon nicht mehr, oder doch in weit geringerem Maſse, wenn man den Inhalt des Magens einer Raupe, die drei bis vier Tage keine Nahrung erhielt, mit einer verdünnten Säure mischt. Auch zeigen sich diese Floken nicht, wenn man den ausgepreſsten Saft der Euphorbia cyparissias in eine verdünnte Säure gieſst. Ich halte daher diese Floken für den coagulirenden Stoff des frisch bereiteten Chylus. Es ist also nicht richtig, was John in seinem tabellarischen Verzeichniſs zerlegter Animalien angiebt, daſs der Saft, den die Wolfsmilchraupe beim Berühren von sich gebe, die Bestandtheile der Euphorbia cyparissias enthalte. John mag wohl den coagulirenden Stoff des Chylus für das Harz der Euphorbia, das, so wie es sich an der Luft von seinem Wasser trennt, weiſs erscheint, angesehen haben. Es scheinen auch die in dem Magen enthaltenen Stükchen von Euphorbien-Blättern nicht so viel Eyweiſsstoff, (denn für diesen halte ich jenen coagulirenden Stoff, da er auch durch Weingeist und Gerbestoff zum Gerinnen gebracht wird, und sich einmal geronnen weder in kaltem noch siedendem Wasser, noch in Oehlen wieder auflöset,) enthalten zu können, als man in dem Magen nach der Verdauung findet; denn John giebt selbst an, daſs in hundert Theilen Wolfsmilchsaft bloſs 1,37 Theile Eyweiſsstoff enthalten seyen. Schnürt man eine Raupe an der Stelle zusammen, wo der Magen aufhört, und sprizt ihr reines Wasser durch den Mund in den Magen, läſst nach vier und zwanzig Stunden den Nahrungssaft sowohl hinter als vor dem Verband heraus, und macht ihn über dem Feuer coaguliren, so bleibt neben dem geronnenen Stoff von dem Saft, der den Magen bespülte, augenscheinlich mehr Wasser als in dem, der den Darmcanal umgab. Im Magen selbst findet man wenig Wasser mehr. Dieser Versuch gelingt nicht immer, weil die Raupe

das

das Wasser leicht heraus bricht, indem sie der Unterbindung wegen starke Verdrehungen macht. (Ich mufs hier bemerken, dafs ich bei diesem Versuch die Raupen immer nachher secirte, um zu sehen, ob nicht etwa blofs durch eine mit der Spritze in den Magen oder Schlund gemachte Oeffnung das Wasser in die Körperhöhle gedrungen sey. Auch bei andern Versuchen, wo Verletzungen falsche Resultate hätten geben können, öffnete ich nachher immer die Insecten.) Unterbindet man die Raupen, wie eben gesagt, und sprizt Wasser in den Darmcanal, so geht es nach und nach entweder allein oder mit dem Koth ab, wird nicht von den Häuten des Darmcanals aufgesogen, und in die Körperhöhle gebracht, daher auch der den Darmcanal unter diesen Umständen umgebende Nahrungssaft, wenn er untersucht wird, nicht durch mehr Wasser als gewöhnlich verdünnt erscheint.

Auch ohne die Raupen zu unterbinden, geht viel des in den Magen durch den Mund eingesprizteu Wassers mit dem Chylus in den Nahrungssaft über, was man aus der, verhältnifsmäfsig zum vorher vorhandenen Wasser, grofsen Menge Wassers sieht, das überbleibt, wenn man alsdann den Nahrungssaft über dem Feuer gerinnen läfst. Dafs das Wasser durch die Häute des Magens, und nicht durch die des Darmcanals in die Körperhöhle dringt, sieht man ferner daraus, weil man die Speisen im obern Theil des Darmcanals nicht wässerigter antrift, als die frischen Excremente.

Wenn man die Raupe der Sphinx Euphorbiæ schnell auf der Rükenseite aufschneidet, und den Magen und Darmcanal sorgfältig abtroknet, so sieht man den Magen wieder weit schneller äufserlich feucht werden, als den Darmcanal.

### *Verdauung bei den vollkommenen Insecten.*

Die Verdauung bei den vollkommenen Insecsen ist im Allgemeinen dieselbe wie bei den Raupen. Auch bei ih-

nen wird die Nahrung zuerst im Schlund mit dem Speichel gemischt, im Magen mit dem darin enthaltenen Saft gemengt, der Chylus in dem Magen bereitet und durch die Wandungen desselben in die Höhle des Körpers gebracht, oder wenn mehrere Mägen vorhanden sind, in dem einen derselben bereitet, und in einem andern ausgeschieden. Auch bei ihnen hat der Gallenstoff keinen Antheil an der Verdauung und der Chylification.

Ueber die Verdauung der vollkommenen Insecten machte ich besonders meine Beobachtungen an dem Carabus granulatus, dem Dytiscus marginalis, einigen andern fleischfressenden Käfern und an einigen Heuschrecken und Grillen.

Ich will hier die Beobachtungen am Dytiscus marginalis anführen.

Im Schlund wird die Nahrung mit dem Speichel gemischt, und gelangt von da in den ersten Magen, (dessen Cuvier in seiner vergleichenden Anatomie gar nicht gedenkt, wohl aber Meckel in einer Note in der deutschen Uebersetzung derselben.) Hier wird die Speise blofs aufgelokert und etwas feiner zertheilt. Schon der Bau dieses Magens deutet auf diese Function, denn seine inneren Wandungen sind stark chagrinirt. Ist die Speise in etwas zerrieben, so geht sie in den zweiten Magen, den Muskelmagen über. Dieser Magen hat die stärkste peristaltische Bewegung von allen Mägen, und in ihm geht erst eigentlich die Verdauung vor sich. Während die Speise im ersten Magen war, konnte man keine andere Veränderung an ihr wahrnehmen, als eine mechanische Zerreibung. In dem zweiten Magen aber tritt der in ihm enthaltene Saft, der übrigens kein anderer zu seyn scheint, als der im ersten Magen, zu ihr, und löst sie noch mehr auf; die peristaltische Bewegung rührt beide durch einander, und mischt sie innig. In dem Contento dieses Magens kann man schon durch Säuren den leicht coagulirenden Chylus entdeken. Erst aber im dritten oder

Blinddarmmagen, an welchem die Blinddärmchen nicht immer von gleicher Länge sind, sondern so wie sich der Magen anfüllt, sich verkürzen, und zulezt in bloſse Höker übergehen, scheint der Chylus ausgeschieden zu werden. Man findet ihn hier als einen diklichen Saft. Er gerinnt gleich, wie der Nahrungssaft, durch zugesezte verdünnte Säuren oder Alcohol, so auch über dem Feuer. Wenn man sorgfältig zur Zeit, wo die Nahrung in den dritten Magen gelangt, die Blinddärmchen an diesem Magen aufschneidet, so findet man Chylus in ihnen. Dieses bestätigte in etwas die Meinung, daſs diese Därmchen eher da seyen, um den Chylus in die Höhle des Körpers zu führen, als aus derselben einen Magensaft zu ziehen. Im Inhalt des vierten Magens und des Darmcanals fand ich keinen Chylus. Es scheint daher der vierte Magen, wie schon früher erwähnt, kein eigentlicher Magen mehr zu seyn.

Bei dem Carabus granulatus fand ich in Hinsicht der Verdauung ganz das Gleiche, wie bei dem Dytiscus marginalis. Auffallend ist hier die Aehnlichkeit des Speichels und des im Muskelmagen enthaltenen Saftes, sowohl in Farbe, Geruch, Geschmak, als auch in dem Angreifen des Kurkumapapiers. Auch hier fand ich den vollkommenen Chylus im Zottenmagen. In diesem Magen findet sich auch nichts oder sehr wenig des braunen Speichels oder Magensafts, den man in den Muskelmägen und im Schlund antrifft, auch findet man darin keinen andern einem Magensaft vergleichbaren Saft.

Ich kann nicht glauben, daſs die Zotten an dem Blinddarmmagen zur Absonderung eines Magensafts dienen, sondern vielmehr zur Ausscheidung des Chylus aus der Höhle des Magens heraus in die Höhle des Körpers. Der Zottenmagen ist, einige wenigen Ausnahmen abgerechnet, bei den vollkommenen Insecten immer der lezte, wenn man den kleinen, z. B. beim Dytiscus marginalis den vier-

ten, zur Verdauung und Chylification nichts beitragenden Magen, ausnimmt. Ferner ist kein Magensaft in ihm vorhanden, auch scheint er bloſs eine sehr schwache vielleicht auch gar keine wurmförmige Bewegung zu haben, sondern die Speisen bloſs durch seine Fähigkeit sich zusammen zu ziehen, fortzudrüken. Wenn dieser Magen als eigentlicher Zottenmagen [4]) vorhanden ist, so ist er immer von andern Mägen begleitet. Er findet sich mehr bei Insecten, die eine harte Nahrung genieſsen, oder wenigstens ihre Nahrung eigentlich verdauen, und nicht bloſs ausziehen. So findet er sich als eigentlicher Zottenmagen bei den fleischfressenden Coleopteren (Coleoptera carnivora). Hier scheint mir nicht wahrscheinlich, besonders der Analogie nach, von den Wirbelthieren aus, zu schlieſsen, daſs jene starken muskulosen Apparate und die inneren zum Theil chagrinirten oder gezahnten Flächen der zwei ersten Mägen, die durch ihre heftigen Contractionen die Speisen durch einander rühren und zerreiben müſsen, zugleich tauglich seyn können, einen Chylus aufzusaugen und in die Höhle des Körpers zu führen. Daher ist dann auch ein dritter Magen nothwendig, der die Aussonderung des Chylus bewerkstelligt.

Der Zottenmagen findet sich ferner vor bei den Bubresten, Tenebrio, Staphilinus [5]), die ebenfalls ihre Nahrung ganz verdauen, und wo man nicht schon bei dem äussern Ansehen der Excremente die genossene Nahrung er-

---

4) Ich nenne eigentlichen Zottenmagen bloſs einen solchen, der äuſserlich ganz mit sehr wahrnehmbaren Zotten besetzt ist, die sich verlängern oder verkürzen, je nachdem der Magen angefüllt ist, oder nicht, und nicht einen solchen, wie er sich z. B. bei der Larve des Maikäfers vorfindet, wo er nur mit drei Kränzen von Blinddärmchen umgeben ist.

5) Siehe Cuvier's vergleichende Anatomie, deutsche Uebersetzung 24te Vorlesung, 3ter Abschnitt, von dem Darmcanal der Insecten.

kennt. Bei den Raupen, wo die Nahrung blofs ausgezogen, nicht zerrieben und nicht in einen homogenen Chymus umgewandelt wird, da konnte die Natur schon in dem gleichen Magen das Geschäft der Durcheinander-Rührung der Speisen und das der Einsaugung des Chylus vereinigen, da es keines eigenen so kräftigen Muskelapparates zur blofsen Mengung des Inhalts des Magens, als zur Zerreibung desselben bedarf. Das Gleiche ist der Fall bei vielen Insecten, die sich blofs aus Flüssigkeiten ernähren, wie bei Müken.

Einen Uebergang von den Insecten, die einen abgesonderten Blinddarmmagen haben, zu denen, die keinen besizen, scheinen die Larven der Blatthörner (Coleoptera lamellicornea) zu machen, die sich aus harten Wurzeln nähren. Ihr sehr fleischigter Magen ist nämlich mit drei Kränzen von Blinddärmchen [6]) umgeben, von denen der eine Kranz oben, der andere in der Mitte und der dritte unten am Magen liegt. Hier scheint es, brauche es zur Ausziehung der nährenden Theile schon eines gröfsern Durcheinanderrührens, also festerer Muskelfasern, und daher möchten auch die den Chylus einsaugenden Zotten mehr auf einzelne Stellen zusammengerükt worden seyn.

---

## Sogenannte Gallengefässe und ihre Function.

Diese Gefässe liegen bei den Raupen in der allgemeinen Höhle des Körpers vom gemeinschaftlichen Nahrungssaft umflossen, neben und über der unteren Hälfte des Magens und neben und über dem Darmcanal. Es sind meistens auf jeder Seite mehrere Stränge, deren freyes nach hinten zu gelagertes Ende sich mit feinen Fäden um den saccum fœca-

6) Siehe deutsche Uebersezung von Cuvier's vergleichender Anatomie, Band III. p. 680.

lem herum befestiget, von wo aus sie sehr viele Krümmungen nach vorn machen, und zulezt auf jeder Seite in einen gemeinschaftlichen Canal zusammentreten, der sich in den Darmcanal öffnet.

Bei den vollkommenen Insecten liegen die Gallengefässe in der Abdominal-Höhle um den Darmcanal herum, und münden mit mehr oder weniger Oeffnungen, je nach ihrer Anzahl bei den verschiedenen Insecten-Arten, bald entfernter, bald näher am lezten Magen, in denselben. Oft münden einige oben und andere am unteren Ende des Darmcanals.

Im Allgemeinen öffnen sich die Gallengefässe immer mehr in die untere Hälfte des Speisenwegs. Die Asseln sollen die einzigen Insecten seyn, bei denen sie sich in den Oesophagus münden [7]. (Ob aber dieses Gallengefässe sind, und nicht vielmehr Speichelgefässe?) — Ich mufs noch bemerken, dafs bei der Raupe der Shpinx Euphorbiæ die drei verschiedenen Stränge dieser Gefässe auf jeder Seite in einen Gang zusammentreten, und jeder dieser kurzen Gänge eine Linie lang vor seiner Einmündung in den Darmcanal sich in ein kleines an Form dem menschlichen Magen ähnliches Säkchen erweitert.

Die Farbe dieser Gefässe ist sehr verschieden bei den verschiedenen Insecten-Arten, und hängt von dem in ihnen vorhandenen Stoff ab. Bei dem nämlichen Insect kann die Farbe nach seinem Alter und Entwikelungsstufe abwechseln; bei den Schmetterlingen z. B. ist dieses sehr auffallend. Bei allen Insecten, die ich öffnete, sowohl vollkommenen, als unvollkommenen, fand ich, dafs diese Gefässe von ihrer Einmündung an bis zu ihrem Ende immer dünner werden. Sie sind im Anfang wellenförmig, ausser wenn sie ganz mit secernirtem Stoff angefüllt sind, wo sie dann

---

7) Siehe Cuvier's vergleichende Anatomie, deutsche Uebersezung, B. III. Seite 712.

mehr einem zusammengedrükten Cylinder gleichen; diese Wellen gehen aber nach und nach in Zaken, und zulezt in kleine Blinddärmchen über, was sich besonders dann zeigt, wenn die Gefässe wenig des von ihnen ausgeschiedenen Stoffs enthalten. Unter dem Mikroscop bemerkt man in den Gallengefässen eine helle Flüssigkeit, in der sich eine Menge Kügelchen befinden. Diese helle Flüssigkeit scheint als Vehikel der anderen dichten Substanz zu dienen. Sobald mehr Wasser in den Nahrungssaft kommt (w. z. B. durch den im Abschnitt über die Verdauung der Raupen gemachten Versuch, wo ich Wasser in den Magen sprizte, das von dessen Wandungen mit dem Chylus zum Theil aufgesogen und in die allgemeine Höhle des Körpers gebracht wurde), so zeigt sich auch die Secretion der Gallengefässe flüſsiger. Ich halte daher die helle Flüssigkeit für das aus dem Nahrungssaft ausgeschiedene Wasser.

Bei Oeffnung des Darmcanals lebendiger Insecten sah ich von selbst, oder wenn man einen leisen Druk auf die Gefässe und besonders bei der lebend geöffneten Wolfsmilch-Raupe auf das Bläschen ausübt, den Stoff der Gallengefässe in die innere Höhle des Darmcanals und nicht zwischen die Schleim- und Muskelhaut, denn diese beiden Häute liegen hier fest auf einander, ausflieſsen. Man bemerkt sogar nach dem Erguſs ein Wiederanfüllen des Säkchens und ein Vorwärtsrüken des secernirten Stoffs in den Gefässen. Eine wurmförmige Bewegung konnte ich aber in diesen Conductoren nie wahrnehmen. Sobald sie sich aber entleert haben, so ziehen sie sich zusammen, und die wellenförmigen Erhöhungen wachsen zu Blinddärmchen an.

Man findet bei den Raupen den sogenannten Gallenstoff immer abgesondert unter den Excrementen, und nicht homogen mit ihnen verbunden; er ist dann meistens um den Kothcylinder in Gestalt von kleinen Punkten angelagert. Daſs diese sehr kleinen Kügelchen Gallenstoff seyen, zeigt

das, dafs sie sich nie im Magen oder der ersten Abtheilung des Darmcanals vorfinden, und dafs, wenn man sie sorgsam von den Excrementen trennt, sie sich wie der Gallenstoff aus den sogenannten Gallengefässen verhalten.

Folgende Versuche stellte ich mit dem Stoff der Raupe der Sphinx Euphorbiæ und anderer Raupenarten an, den man bisher für Galle hielt. Wirft man den Inhalt der Gallengefässe in kaltes Wasser, so fällt der feste Theil desselben wie ein feiner Sand auf den Grund des Gefässes. (Auch schon Herold bemerkt dieses in seiner Entwikelungs-Geschichte der Schmetterlinge, in der Note zu §. 18., so wie er auch in der gleichen Note seine Vermuthung anführt, dafs der Gallenstoff nichts zur Chylification beitrage.) Oft bleibt ein weifses Wölkchen, das durch die feineren Kügelchen gebildet wird, zurük, das sich aber nach einiger Zeit auch sezt. Wird der Gallenstoff im Wasser umgerührt, so färbt er dieses, aber nach einer Stunde ruhigen Stehens sinkt er wieder zu Boden, und das Wasser wird helle.

Weder in kaltem noch siedendem Wasser löset sich der Gallenstoff auf. An der athmosphärischen Luft oder in gelinder Wärme troknet er ein, und ist dann zu einem weissen, weder in kaltem noch siedendem Wasser auflöslichen, Pulver geworden. In lezterem wird der frische Gallenstoff eher fester, oder ich möchte lieber sagen, geronnener. Frischer Gallenstoff wird fester in verdünnten Säuren und Alcohol, löset sich in concentrirter Schwefelsäure wieder auf, und läfst sich aus dieser durch Zusaz von Wasser unter der Gestalt von coagulirten Floken wieder ausscheiden. Er scheint sich ferner zum Theil in einer Auflösung von reinem Natrum aufzulösen, denn decantirt man die Flüssigkeit, und sezt eine Säure in Ueberschufs zu ihr, so zeigen sich viele kleine Flökchen, die in der Flüssigkeit herum schwimmen, nach einiger Zeit sich aber auf den Grund des Gefässes setzen.

Weder Kurkuma - noch Lakmus-Papier schienen mir in ihrer Farbe von dem Gallenstoff auf irgend eine Art verändert zu werden. In Alcohol zeigt er weder harzigte noch öhlichte Bestandtheile, sondern er wird, wie oben gesagt, fester. Dafs der Gallenstoff bitter schmeke, fand ich nie, wohl aber unangenehm, wie alle Theile der Raupe [8]).

Da die Flüssigkeit der Gallengefässe die Galle höherer Thiere vertreten soll, so machte ich, um mich dessen zu versichern, folgende Versuche an der Raupe der Sphinx Euphorbiæ, deren Resultat aber nichts weniger als für diese Meinung spricht.

Ich nahm den Inhalt des Magens, verdünnte ihn mit etwas kaltem destillirtem Wasser, filtrirte einen Theil der Mischung, und warf sowohl in das durchfiltrirte grüne etwas schleimigte Waſſer, als auch in das blofs verdünnte Magencontentum diese sogenannte Galle; es zeigte sich aber weder eine Trübung noch ein Niederschlag; während im Gegentheil wahre Galle dem Speisenbrey der Säugthiere beigemischt, auch ausser dem Körper, weifslichten Chylus ausscheidet. Eben so wenig zeigte sich ein Niederschlag aus dem Stoff, den die erste Abtheilung des Darmcanals enthielt, mit dem ich den gleichen Versuch anstellte.

Ich nahm ferner den Inhalt der zweiten und dritten Abtheilung des Darmcanals, nämlich jedes für sich, einige Zeit, nachdem die Raupe gefressen hatte, so, dafs die Nahrung nicht lange im Darmcanal ruhen, und der in diesem Theil nach der obigen Meinung bereitete gerinnbare Stoff, der Hauptbestandtheil des Chylus, noch nicht hätte aufgesogen werden können, verdünnte ihn mit etwas Wasser, filtrirte einen Theil davon, liefs den andern Theil unfiltrirt, und gofs in beide Theile das eine Mal Schwefelsäure, das

---

8) Auch dieses giebt Herold in der Note zum 18ten Paragraph schon an.

andere Mal Alcohol, aber es zeigte sich weder Niederschlag noch coagulirte Floken, was hätte geschehen müssen, wenn auch nur ein geringer Theil von gerinnbarem Stoff vorhanden gewesen wäre. Auch über dem Feuer zeigte sich weder in der filtrirten noch in der unfiltrirten Flüssigkeit ein Coagulum. Da nun aber die sogenannte Galle der Insecten erst in den Darmcanal an einer Stelle sich ergiefst, wo der Inhalt desselben gar nichts von nahrhaftem Stoff mehr zeigt, so träfe sie nichts mehr an, woraus sie Chylus bilden könnte; somit kann sie auch zur Chylus-Bildung nicht bestimmt seyn.

Bei der Untersuchung der Gallengefässe des Dytiscus marginalis zeigte sich folgendes:

In den Gallengefässen selbst bemerkt man, wie bei den Raupen, eine helle Flüssigkeit und in dieser eine Menge kleiner brauner Kügelchen schwimmend. In Alcohol, verdünnten Säuren und siedendem Wasser wurde der Gallenstoff fest. In kaltem Wasser löste er sich nicht auf, sondern fiel ebenfalls wie ein feiner Sand auf den Boden des Gefässes. Bei Versuchen durch den Gallenstoff in dem Inhalt der Mägen einen Niederschlag zu machen, zeigte sich kein Resultat.

Untersuchungen über die Gallengefässe bei einigen Carabis und Lucanis zeigten den eben abgehandelten entsprechende Resultate.

Schon die Insertion der Gallengefässe, die immer unter dem Organ ist, wo nach dem, was im Abschnitt über den Speisenweg erwähnt ist, die Chylification vorgeht, die Dichtigkeit des Gallenstoffs, ferner dafs man den Gallenstoff ungeändert in den Excrementen findet, und nicht innigst mit ihnen gemischt, wie dieses immer mit der wahren Galle in den Wirbelthieren der Fall ist, und endlich, dafs die Gallengefässe am Ende des Puppenzustandes stark secerniren, wo kein Chylus zu bereiten ist, aber viele in der thierischen Haushaltung verbrauchte Stoffe aus dem Körper zu schaffen

sind, wie im Abschnitt über die Verwandlung der Raupe in Chrysalide und dieser in den Schmetterling erwähnt werden wird, dieses alles möchte vieles zur Richtigkeit der Vermuthung beitragen, daſs der von diesen Gefässen abgesonderte Stoff nicht die Galle der Wirbelthiere vorstellt, deren eine wesentliche Function Bildung des Chylus aus dem Speisenbrey ist.

Es könnten dagegen die sogenannten Gallengefässe das überflüssige Wasser aus dem gemeinschaftlichen Nahrungssaft im Körper, und den durch den Wechsel der Ernährung der Organe des Körpers zerfezten Stoff auszuscheiden bestimmt seyn. Nimmt man dazu, daſs der durch diese Gefässe abgesonderte Stoff, so wie ihn die neu ausschlupfenden Schmetterlinge in Menge von sich geben, völlig, die Farbe abgerechnet, dasjenige kalkartige Ansehen [9]) hat, welches der Urin der Vögel zeigt; daſs gerade die Vögel, welche mit den Insecten darin übereinstimmen, daſs auch bei ihnen die Luft vermittelst der Luftsäke nicht blos in die Lungen, sondern zugleich unmittelbar in die meisten Theile des Körpers dringt, ohne Harnblase ihren Harn zu den Excrementen ergieſsen; so wird es wahrscheinlicher, daſs die sogenannten Gallengefässe Nieren-Ausführungs-Gänge, ohne drüsigten Bau, der überhaupt, wie oben bemerkt wurde, den Insecten bei ihrem Mangel eines Blutgefäſs- und lymphatischen Gefäſs-Systems gänzlich fehlt, sind, und die sogenannte Galle nicht Galle, sondern Urin ist. Entscheidend würde der Beweis seyn, wenn sich aus der sogenannten Galle der Insecten Harnstoff oder Harnsäure darstellen lieſse, was mir zu versuchen bei gegenwärtiger Jahreszeit nicht mehr möglich war.

---

9) Siehe Herolds Entwikelungs-Geschichte der Schmetterlinge, §. 18.

Gegen diese Hypothese liefse sich anführen: dafs die Nieren in der Thierreihe viel früher verschwinden, als die Leber, oder wenigstens ihre Function verrichtende Organe.

Es könnte auch seyn, dafs diese Gallengefässe eigentliche Gallengefässe wären, die aber, wie die Leber beim Fœtus, blofs Excretionsorgane wären.

---

## Gemeinschaftlicher Nahrungssaft, oder nicht rothes Blut.

Ich nenne so den Saft, der die allgemeine Höhle des Körpers ausfüllt, und von dem alle Organe des Körpers bespült und ernährt werden.

Bei der Wolfsmilchraupe ist dieser Saft bei jüngern Subjecten grünlich, bei ältern zieht er sich mehr ins gelbe. In andern Raupen, wie bei der Bombyx Vinula und der des Todtenkopfs ist er schmaragdgrün; bei noch andern Raupen ist seine Farbe wieder anders modificirt. Diese Farbe mag wohl vom Pflanzen-Extractivstoff herrühren. Der Nahrungssaft ist in allen Theilen des Körpers der gleiche, man mag ihn durch Wunden auf dem Rüken, am Kopf, bei den Füssen oder bei dem Hörnchen der Raupe herauslassen; er zeigt immer die gleiche Farbe, die nämlichen Bestandtheile, und diese in gleichem Verhältnifs.

Bei den Raupen ist der Nahrungssaft schleimig, bald mehr bald weniger flüssig. Dieses Leztere scheint mir von der Menge des ihm beigemischten Wassers abzuhangen; denn wenn ich einer Raupe, vier bis fünf Tage lang, alle Tage etwas Wasser in den Magen sprizte, so fand ich am Ende, wenn ich den Nahrungssaft herausliefs, dafs er weit flüssiger war, als der der anderen Raupen, und dafs, wenn ich ihn über dem Feuer gerinnen machte, mehr Wasser überblieb, als in dem Nahrungssaft von Raupen, denen ich kein

Wasser in den Magen gebracht hatte. Bei den vollkommenen Insecten und den Larven, die keine vollständige Metamorphose durchmachen, findet man des Nahrungssaftes immer weniger; auch ist er bei den ausgebildeten Insecten wenig oder gar nicht gefärbt, wasserheller und weniger schleimig.

Ich machte folgende Versuche mit dem Nahrungssaft der Raupe der Sphinx Euphorbiæ.

Wenn man den frischen Nahrungssaft in kaltes destillirtes Wasser gieſst, so vermischt er sich anfangs mit ihm, nach einiger Zeit aber zeigt sich durch Rütteln etwas weiſslichter geronnener Stoff. Hält man den Nahrungssaft über Feuer, so coagulirt von dem jüngerer Subjecte ein Theil, der der Einpuppung nahen Raupen aber fast ganz zu einer weiſsgelben Masse. Was bei den jüngeren Raupen neben dem Coagulum sich zeigt, ist ein helles Wasser, das sehr schwach das Lakmuspapier röthet. Wenn man den coagulirten Stoff von ältern Raupen zerschneidet, so sikert ebenfalls eine helle Flüssigkeit heraus, die die gleiche Eigenschaft, wie die vorige, hat. Verdünnte Säuren in den Nahrungssaft gegossen, bewirken eine schnelle Coagulation des gröſsten Theils desselben. Mit kaltem Wasser gemischt, und mit Wärme, Säuren, oder Alcohol behandelt, entsteht ebenfalls ein Coagulum. Ist zu viel Wasser mit ihm gemischt, so zeigt sich über dem Feuer blos ein opalisirendes Häutchen. Gerbestoff bringt den Nahrungssaft ebenfalls zum Gerinnen.

Der coagulirte Nahrungssaft löset sich in concentrirten Mineralsäuren auf, und wird durch hinzugesetztes Wasser wieder daraus als coagulirte Floken und Stükchen geschieden, ebenso durch Zusezung einer gesättigten Auflösung von reinem Natron. Mit einer Auflösung von reinem Natron mischt sich der Nahrungssaft, und wird daraus durch einen Zusaz von einer Mineralsäure in Ueberschuſs coagulirt niedergeschlagen. Coagulirter Nahrungssaft löset sich aber in ei-

ner kalten Natronauflösung nicht auf. Ob er sich aber in einer warmen Solution von Natron nicht auflösen lasse, habe ich leider nicht versucht. In einer Auflösung von lapis causticus chirurgorum coagulirt der hinein gegossene Nahrungssaft.

Läfst man das Raupenblut der Einwirkung der athmosphärischen Luft ausgesezt, so bildet sich zuerst ein Häutchen auf der Flüssigkeit, und nach und nach zeigen sich mehrere Floken eines halbgeronnenen Stoffes.

Es möchte also wohl der Nahrungssaft aus Eyweifsstoff, Faserstoff, Pflanzen-Extractivstoff, der ihm seine Farbe mittheilt, und aus etwas Wasser gemischt seyn. Auch ist irgend eine Säure noch damit verbunden, denn er färbt das Lakmuspapier etwas röthlich.

Nimmt man den Nahrungssaft von Raupen, die dem Einpuppen sehr nahe sind, und auch von frischen Chrysaliden, und sezt ihn der athmosphärischen Luft aus, so zeigt sich bald auf der Oberfläche des Saftes, und nach und nach auch im Grund ein schwarzes Häutchen und schwarze Floken. Die schwarze Färbung dieser Floken mag wohl eine weitere Oxydation durch den Sauerstoff der athmossphärischen Luft seyn, woher auch das Schwarzwerden der neu gebildeten Chrysaliden kommt. Bei dem Nahrungssaft jüngerer Raupen zeigt sich diese schwarze Färbung nicht so schnell. Säuren zerstören diese schwarze Färbung nicht, und der durch die Säure coagulirte Nahrungssaft ist selbst schwärzlich.

Läfst man den Nahrungssaft von solchen Raupen, die der Verwandlung in Chrysaliden noch nicht sehr nahe sind, an der Luft austroknen, so sieht er einem getrokneten Gummi ähnlich, wird sprüngig, löset sich in concentrirter Schwefelsäure wieder auf, und wird durch Zusaz von Wasser weifs aus der Säure ausgeschieden. Die grüne oder gelbe Farbe, die von dem Pflanzen-Extractivstoff herrührt, wird also durch die Säure zerstört.

Man kann die Raupen durch eine einzige Oeffnung fast ganz ihres Nahrungssaftes entleeren; man braucht nur den After und den Kopf zwischen zwei Finger zn nehmen, und einen der fleischichten Füsse abzuschneiden, oder sonst eine Oeffnung an der Seite oder am Bauch zu machen. Wenn man eine Raupe nur zum Theil ihres Nahrungssaftes beraubt, und man bei dem Einschneiden in den Körper kein zum Leben des Thiers unumgänglich nothwendiges Organ verlezt hat, so schliefst sich die Wunde wieder zu, und die Raupe ersezt ihren verlorenen Nahrungssaft bald wieder. Entleert man aber das Thier ganz seines Nahrungssaftes, so werden die Muskeln ganz schlaff, und das Thier stirbt nach einigen Tagen ab.

Der Nahrungssaft des Dytiscus marginalis zeigt mit Säuren, besonders aber mit Alcohol, ein weifses Coagulum.

Eben so verhält es sich mit dem Nahrungssaft mehrerer anderer vollkommenen Insecten, z. B. mit dem des Carabus granulatus u. s. w. Ueberhaupt findet sich bei den verschiedenen Raupen und vollkommenen Insecten kein so grofser Unterschied im Nahrungssaft, er zeigt immer die gleichen Bestandtheile, nur in verschiedenem Verhältnifs. In den Raupen und Larven ist mehr coagulabler Stoff, als in den vollkommenen Insecten. In den Chrysaliden der Nachtschmetterlinge, die fast ein Jahr zu ihrer Ausbildung brauchen, ist das Abnehmen des coagulirenden Stoffes besonders auffallend; nämlich gleich nach der Einpuppung gerinnt noch sehr viel Stoff, am Ende der Umwandlung aber zeigen sich weit weniger durch Säuren oder Wärme gerinnende Bestandtheile.

Die Raupe sammelt also den Stoff, der zu ihrer Ausbildung zum vollkommenen Insect nöthig ist. Zu diesem Zweck ist sie auch fast ganz Magen, während das vollkommene Insect, das vorzüglich nur zur Fortpflanzung seiner Species lebt, fast ganz Genitalien ist. Bei der Raupe haben die un

ausgebildeten Geschlechtstheile noch keine Function; bei dem vollkommenen Insect dient der Darmcanal zu keinem Sammeln mehr, sondern blos zur Erhaltung seines Körpers, bis sein Geschäft der Zeugung vollendet ist, wenn nicht das geschlechtlose Thier für eine andere Brut sammelt. Bei den ausgebildeten Insecten, wo man Zwitter findet, und also die Geschlechtstheile zu ihrer natürlichen Function untauglich sind, wird man finden, dafs bei ihnen das Geschäft des Darmcanals und seiner anhängenden Organe wieder hervorsticht. Die geschlechtslosen Bienen und Hummel bereiten in ihrem Nahrungscanal den Honig, die Wespen bereiten die Holzfaser zu, und bilden so den Stoff, aus dem sie ihre Nester bauen; die Zwitter der Ameisen verdauen die Nahrung, die sie nachher zur Fütterung der Larven wieder von sich brechen.

Ich glaube aber nicht, dafs der Mangel jener wichtigen Ausbildung und Function der Geschlechtstheile durch eine blofse erhöhte Ausbildung und vermehrte Function des Darmcanals könne aufgewogen werden, und daher vermuthe ich, da die geschlectslosen Thiere eine höhere Stufe von psychischer Ausbildung zeigen, als die Thiere mit distinctem Geschlecht der gleichen Art, dafs ihr Nervensystem, und besonders ihr Hirn, eine höhere Ausbildung erhalten habe; welches übrigens noch zu untersuchen ist.

---

## Fett der Raupen.

Es findet sich das Fett blos bei den Larven der Insecten vor, wenigstens wenn es bei vollkommenen Insecten vorkommt, so ist seine Menge sehr gering. Bei den Raupen nimmt der Nahrungssaft wegen ihrer Gefräfsigkeit so sehr überhand, dafs ein Theil davon, als sogenanntes Fett, an die Tracheen anschiefst.

In

In jüngeren Raupen findet sich nur sehr wenig dieses Fettes vor, mit steigendem Alter wird aber seine Menge immer bedeutender.

Es ist bei der Wolfsmilchraupe zuerst weifs, dann gelb, und zulezt orangengelb. Bei anderen Raupen, wie bei der der Sphinx atropos, bleibt es immer weifs. Bald hängt es in den verschiedenen Raupenarten flokenweis an einander, bald liegt es mehr klümpchenweis zerstreut, bald zeigt es sich, wenn es ins Wasser gebracht wird, als ein unregelmäfsiges gegittertes Netz, das aus vielen länglichten Viereken zusammengesezt ist. Die verschiedenen Formen, die die Fettlappen haben, hangen von den das eigentliche Fett umgebenden Bälgchen ab. Diese Bälgchen werden durch eine sehr feine Haut gebildet, die übrigens zugleich mit dem Fett erzeugt zu werden scheint, und zum Theil auch, doch nie ganz, in der Chrysalide, wenn das Fett zur Ausbildung des Schmetterlings gebraucht wird, auch verschwindet.

In Alcohol und diluirten Säuren wird das Fett consistenter. In concentrirter Schwefelsäure löset es sich auf, und wird durch zugeseztes Wasser wieder daraus als coagulirte Floken von Eyweifsstoff geschieden. Eben so verhält es sich in concentrirter Salpetersäure. In einer Auflösung von reinem Natron löset es sich zum Theil nach und nach auf, und wird durch Säuren in Ueberschufs daraus niedergeschlagen. Wenn dieses sogenannte Fett aus der Auflösung in Schwefelsäure durch zugeseztes Wasser ausgeschieden wird, so entwikelt sich ein starker Geruch von geschwefeltem Wasserstoffgas. Beim Niederschlagen aus anderen Säuren zeigt sich dieser Geruch nicht; eben so wenig, wenn Nahrungssaft, der, so sobald man ihn in concentrirte Schwefelsäure giefst, erst coagulirt und dann aufgelöfst wird, aus dieser durch Zusaz von Wasser wieder als geronnene Floken ausgeschieden wird.

Wenn man Fett in Spiritus salis causticus wirft, so

schwimmen nach einiger Zeit Oehlkügelchen auf dem Spiritus. Die Fettklümpchen selbst sind dann nicht mehr so vollsaftig.

Wird Fett über Feuer gehalten, so bleibt seine Farbe gelb, und es dünstet etwas aus; zulezt entzündet es sich, und es bleibt eine Kohle und ein brenzlichtes Oehl zurük.

Der Geschmak des Fetts ist etwas öhligt, aber sehr widrig, fast wie der des Nahrungssaftes.

---

## Abgesonderte Säfte bei den Raupen.

Obschon der Speichel und der Stoff, den die Gallengefässe absondern, auch hieher gehören, so habe ich doch den Speichel lieber bei dem Kapitel über die Verdauung und den Gallenstoff gleich nach diesem Kapitel abgehandelt, weil der erste zur Verdauung beiträgt, und weil vom zweiten gleich nach dem Abschnitt über die Verdauung mufste gesprochen werden, da man ehemals glaubte, er trage etwas zur Verdauung bei.

Auch die Absonderung der Genitalien bei den vollkommenen Insecten habe ich zu wenig untersucht, als dafs ich etwas darüber anführen könnte. Das einzige, was ich weifs, ist, dafs zum Theil der männliche Saamen des Dytiscus marginalis durch zugesezte mineralische Säuren coagulirt.

Hier also nur einige Worte über die Absonderung der Spinngefässe, und über die bei einigen Raupen durch einen besondern Apparat abgesonderte Säure.

Die Spinngefässe sind zwei auf jeder Seite des Darmcanals mit vielen Krümmungen laufende Canäle, die an ihrem hinteren Ende geschlossen sind, an ihrem vorderen Ende aber zusammentreten, und in eine Spitze an der unteren Lippe der Raupe münden. Sie sind in den jüngeren

Raupen der Sphinx Euphorbiæ ganz durchsichtig, und nur mit sehr wenig klebrigter Flüssigkeit angefüllt. Mit steigendem Alter werden diese Gefässe undurchsichtiger, und füllen sich zur Zeit der Einpuppung mit einer gelben, zähen Materie ganz an. Man kann aus dieser Materie ellenlange Fäden ziehen, die, wenn sie einmal an der Luft getroknet sind, sich im kalten Wasser nicht mehr auflösen lassen. Wenn man die vollen Spinngefässe an der Luft troknet, so werden sie sehr brüchig. Giefst man Säuren über den Inhalt der Spinngefässe, so verhärtet er sich und löset sich dann in kaltem Wasser nicht mehr auf. Werden Säuren über den Inhalt der Spinngefässe bei jüngeren Raupen gegossen, so scheint er in etwas wie Eyweifsstoff zu coaguliren. In sehr concentrirter Schwefelsäure lösen sich die Spinngefässe sammt ihrem enthaltenen Saft zum Theil auf, und werden als coagulirte Floken durch zugeseztes Wasser daraus geschieden.

In einer Auflösung von reinem Natron löset sich ein Theil der Spinnmaterie auf, was sich dadurch zeigt, dafs durch Zusaz von Säuren Flökchen in der Flüssigkeit erscheinen.

Bei der Raupe der Bombyx Vinula findet ein eigener Apparat statt, eine Säure abzusondern, die dem Thier als Waffe dient. Diese Säure verräth sich durch ihren Geschmak und färbt Lacmuspapier vollkommen roth. Ein kleines Tröpfchen von ihr, welches mir in das Auge sprizte, erregte Schmerzen und Entzündung. Von den weiteren Eigenschaften dieser Säure kann ich nichts genaueres angeben, indem ich erst spät den sie absondernden Apparat bemerkte, und nachher mir nicht mehr genug Raupen dieser Art zur Untersuchung zu Gebothe standen. Das absondernde Organ aber will ich hier beschreiben:

Unter dem Darmcanal auf dem ersten Ringe des Körpers liegt ein weifses starkhäutiges Säkchen (Behälter der Säure),

das, wenn es angefüllt ist, die Gröſse einer kleinen Erbse hat, und das sich mit seinem hinteren Ende auf den zweiten Körperring erstrekt. Nach vorne geht das Säkchen in zwei muskulose Spitzen aus, die etwa eine halbe Linie lang sind. Diese Spitzen aber umschlieſst ein muskuloser Canal, welcher sich einerseits an dem Säkchen an der Basis der Spitzen, andererseits an dem Anfange einer mit der äuſseren Haut zusammenhängenden, auf der Bauchseite der Raupe am ersten Körperringe sich befindenden, etwa eine Linie langen, in die Quere laufenden Spalte befestigt. Zieht sich nun dieser Canal zusammen, so werden die zwei Spitzen zur äuſseren Spalte hinaus gestrekt, und durch die zusammenziehende Kraft des Säkchens sprizt dann die Säure in zwei Strahlen aus den Spitzen hervor. Es dient diese Säure, wie schon oben bemerkt wurde, der Raupe zur Waffe; denn wenn sie genekt wird, so zieht sie den Kopf unter den Halsschild zurük, so daſs seine vordere Fläche perpendicular mit der Ritze steht, und sprizt dann die Säure von sich.

Bei einigen vollkommenen Insecten findet man auch eigene Organe, die eine zur Waffe dienende eigene Flüssigkeit absondern, z. B. die Blasen am After bei einigen Carabis u. s. w.

Ich hoffe mit der Zukunft etwas näheres über die verschiedenen Arten von Absonderungs-Organen der Art sagen zu können, so wie über die Art, wie z. B. bei einigen Chrysomälen die Flüssigkeit, die aus den Gelenken der Glieder und anderen Theilen hervortritt, wenn die Thiere berührt werden, abgesondert wird, und wie sie sich chemisch verhält.

---

## Respirations-Versuch.

Treviranus behauptet mit Lyonet, daſs bei den Raupen nur ein mechanisches Eindringen der Luft in die Tracheen

statt finde. Bei einigen anderen Insecten ist Treviranus anderer Meinung, z. B. bei den Bienen, die zur Begattungszeit einen Theil ihres Körpers mit Luft anschwellen können. Bei den Raupen aber stüzt er sich auf folgenden Versuch Lyonets: Dieser nämlich bestrich die Stigmaten einer Raupe mit Seifenwasser, und glaubte, er müfse Luftbläschen auf dem Stigma wahrnehmen, wenn das Thier willkührlich durch Zusammenziehen der Tracheen ausathmete; er bemerkte aber keine Blasen und zog daraus o-igen Schlufs. Lyonet brauchte aber nur ein Stigma nicht gut bestrichen zu haben, so konnte das Thier durch dieses einzige, weil von einem Stigma aus durch den grofsen auf der Seite des Körpers hinlaufenden Canal die Luft in alle Tracheen einer Seite kommen kann, einige Zeit hindurch athmen; ferner kann auch die Raupe auf diesen fremden Reiz die Stigmaten sehr lange geschlossen gehalten haben, wenn sie eben ausgeathmet hatte, und dann konnten sich auch keine Luftbläschen zeigen.

Ich machte dagegen folgenden sehr einfachen Versuch: Ich hielt eine Raupe, der ich sorgsam alle anhängende Luft abgepinselt hatte, ausgestrekt unter Wasser. Es stiegen mehrere Luftbläschen aus den verschiedenen Stigmaten; einige Bläschen aber blieben am Rande der Tracheenöffnungen hangen, und wurden nach einigen Secunden Bleibens durch die von neuem sich öffnenden Stigmaten eingezogen, von neuem wieder ausgestofsen, und wieder eingeathmet. Man könnte einwenden, dafs der Druk des Wassers das an dem Stigma hängende Bläschen durch die geöffnete Mündung wieder hinein geprefst habe. Aber warum kam es wieder zum Vorschein, wenn nicht Zusammenziehung der Tracheen statt findet, da sich doch die Sphincteren der Oeffnungen sorgsam wegen des äufseren Wassers verschlossen, was sich bei den Stigmaten zeigte, wo die Luft nicht daran hangen geblieben war, indem ich bei der Section kein Wasser in die Tracheen eingedrungen fand.

Bei den Heuschreken sieht man besonders gut, dafs die Tracheen sich ausdehnen und zusammenziehen. Die Luft dringt in die Tracheen und diese erweitern sich, indem zugleich der Bauch anschwillt; wird die Luft ausgeprefst, so sinken die Wandungen des Bauchs zusammen. Es mögen übrigens die Contractionen der Bauchmuskel sehr viel zum Herauspressen der Luft aus dem Körper beitragen.

Bei der in Ringe, gleichsam in Rippen getheilten, mehr oder minder festen Bekleidung der Insecten könnte man beinahe sagen, ihr ganzer Körper sey Thorax.

---

## Ausdünstung der Insecten.

Wenn man einige Insecten unter eine Glasgloke sezt, so bemerkt man nach einiger Zeit Wassertropfen an der inneren Fläche der Gloke sich ansammeln.

Um zu sehen, ob die Insecten durch die Haut oder durch die Tracheen ausdünsten, so bestrich ich einige vollkommmene Insecten und Raupen am ganzen Körper theils mit Oehl, theils mit einem Gummi, und liefs nur die Stigmaten unbestrichen. Nachdem ich das Gummi mehrere Mal aufgetragen, und wieder hatte troknen lassen, damit alle Theile des Körpers wohl bedekt seyen, und nicht etwa durch das troknende Gummi sich Wasser in den verschlossenen Gloken ansammelte, sezte ich die Insecten unter Glasgloken. Es zeigten sich aber bald Wassertropfen auf der inneren Fläche des Glases.

Aus diesem Versuch glaube ich schliefsen zu dürfen, dafs die Ausdünstung bei den Insecten durch die Tracheen von statten gehe. Schon die harten Bedekungen so vieler Insecten scheinen zur Ausdünstung nicht fähig zu seyn, und bei den Insecten und Larven, die weiche Bedekungen haben, konnte ich nie Hautporen wahrnehmen.

Erwärmt man das Gefäfs oder die Gloke, in der man die Insecten eingeschlossen hat, so nimmt die Ausdünstung sehr überhand.

Das ausgedünstete Wasser hat einen sehr stinkenden Geruch und einen sehr unangenehmen Geschmak.

---

## Eigene Wärme der Insecten.

In Absicht auf die eigene Wärme scheinen mir die Insecten völlig den Pflanzen ähnlich zu seyn. Ihre Temperatur schien mir nie viel von der des sie umgebenden Mediums abzuweichen, sondern meistens mit derselben übereinzutreffen; wenigstens haben sie bestimmt keine immer gleich bleibende Temperatur bei der wechselnden Wärme der sie umgebenden Medien.

Die Raupen und vollkommenen Insecten, die ich in den Herbsttagen, wo die Temperatur der Luft um mehrere Grade den Tag über wechselte, an der freien Luft, aber am Schatten hielt, zeigten immer den gleichen Wärmegrad, den das Thermometer von der Luft am Schatten angab. Die Insecten, die ich aber im warmen Zimmer hatte, zeigten die gleiche Temperatur, wie die Luft des Zimmers. Legt man ein Insect in die Sonne, so verhindert die starke Ausdünstung, die jezt entsteht, dafs das Thier eben so erhizt werde, wie andere in der Sonne liegende Körper; doch steigt seine Temperatur immer um einige Grade. Schon die Empfindlichkeit der Insecten für die Kälte zeigt, dafs sie sehr wenig Wärme erzeugen. Sobald die Temperatur des Mediums — 1° ist, so erstarrt das Insect. Alle Insecten, die ich während einer Nacht, wo ein starker Reif fiel, vor meinem Fenster unter Glasgloken, oder in nur mit Flor bedekten Schachteln hatte, waren den andern Morgen theils ganz erstarrt, theils tod. Es graben sich daher auch alle Insecten,

die überwintern, tief in die Erde, oder in Baumstämme u. s. w. ein; gefriert dann z. B. der Baumstamm, so scheint das Insect zu sterben, denn ich fand in einem gefrorenen Weidenbaum mehrere verfrorene Cossus-Raupen und andere Insecten, die alle nicht mehr in's Leben zurükzurufen waren. Einige Insecten, die ich im Winter aus Holzstämmen ausgrub, hatten eine Temperatur, wo nicht über Null, doch nicht unter Null. Die Chrysaliden und Larven, die man Winters aus der Erde gräbt, haben die Temperatur der sie umgebenden Körper.

Auch die Wasser-Insecten scheinen mir immer die Temperatur des Wassers zu haben, in dem sie leben. Erhöht man die Temperatur des Wassers, so wird auch die ihrige erhöht. Ist die Temperatur des Wassers zu hoch, so sterben sie fast noch früher darin als Land-Insecten. Wenn man ein Wasser-Insect in einem Gefäfs mit Wasser so befestigt, dafs es kein Glied rühren kann, und erkältet das Wasser unter Null, so erstarrt das Insect und stirbt.

Die Gränzen von Wärme und Kälte, innerhalb welcher die Insecten leben können, sind sehr verschieden bei den verschiedenen Arten.

Wo viele Insecten bei einander sind, da entsteht oft eine sehr starke Wärme. Sperrt man z. B. viele Maikäfer in einen irdenen Topf, so aber, dafs dieser ganz angefüllt ist, und verschliefst ihn genau, so steigt die Temperatur in demselben um mehrere Grade.

---

## Ueber das Nervensystem.

Das Nervensystem der Insecten besteht aus einem Hirnknoten, der über dem Oesophagus im Kopf liegt und von dem die mehrsten Nerven zu den Organen des Kopfs und dem Kopfende des Rükengefässes gehen, und aus einer Reihe

von mit Nervensträngen unter sich verbundenen Ganglien, die unter dem Darmcanal auf dem Bauch, mit den Eingeweiden in einer Höhle, nach hinten laufen, und deren erstes durch zwei sich um den Oesophagus schlingenden Fäden mit dem Gehirn zusammen hängt. Diese Ganglien versehen alle andere Organe des Körpers mit Nerven.

Der erste Nervenknoten, nämlich das Gehirn, unterscheidet sich nicht nur schon durch seine Lage, sondern auch durch den Bau von den übrigen Ganglien. Er ist nämlich auf seiner oberen Fläche in zwei neben einander liegende Hämisphären getheilt; auf seiner unteren Fläche erscheint er etwas concav. Die anderen Nervenknoten sind mehr platt. Ich vermuthete daher, dafs, wie bei Wirbelthieren, der Siz des Lebens in dem ersten Nervenknoten liege. Ich stellte defswegen folgende Versuche an, die einigermafsen für diese Vermuthung zu stimmen scheinen.

Ich nahm mehrere Raupen, schnitt einer jeden das Ganglien-System am Bauch an verschiedenen Stellen entzwei, und verklebte gleich darauf die Wunde, damit die Thiere nicht durch den Verlust des Nahrungssaftes zu Grunde gingen. Ich fand nun, dafs der Theil des Körpers, der seine Nerven von den Ganglien des Nervensystems, die hinter dem Schnitt lagen, erhielt, ganz lahm wurde, und keine Lebensfunctionen mehr verrichtete. Die Füsse versagten ihren Dienst, und es zeigten sich am Rumpf keine oder hier und da blofs unregelmäfsige Bewegungen. Irritabilität gegen angebrachte äufserliche Reize war immer noch vorhanden. Der Theil des Körpers, der vor dem Schnitt war, wenn die Wunde nur nicht zu nahe am Kopf gemacht wurde, so dafs man das Auslaufen des Nahrungssaftes wegen der Krallenfüsse nicht leicht hätte verhindern können, machte nach einigen Minuten, während deren sich einige convulsivische Bewegungen zeigten, in seinen Functionen fort. Die Raupe lief noch umher, und schleppte den lahmen Theil des Kör-

pers nach sich. Ich sah sogar einige Raupen noch fressen. Die peristaltische Bewegung schien sehr geschwächt, denn es kam kein Koth mehr zum Vorschein, höchstens der, der schon am After war. Ich fand, wenn ich die Raupe aufschnitt, auch den Magen lahm; es zeigten sich blofs hin und wieder einige einzelne Muskelcontractionen. Wenn man der Raupe das Gangliensystem zwischen dem ersten und zweiten Paar Krallenfüsse zerschneidet, und auch den Ausflufs des Nahrungssaftes durch die Wunde verhindern kann, so kann die Raupe doch nicht mehr laufen, weil der nicht paralisirte Theil des Körpers nicht mehr Kraft genug hat, den paralisirten nachzuziehen. Die Raupe hebt dann nur den Kopf in die Höhe, oder dreht ihn auf die Seiten. Je weiter nach hinten das Gangliensystem zerschnitten wird, desto länger lebt das Insect.

Ich nahm nun auch den ersten Nervenknoten heraus, und schlofs die Wunde auf der Stelle wieder zu. Nun machte das Thier viele convulsivische Bewegungen, aber Lebensfunctionen verrichtete es keine mehr; es frafs nicht, es ging nicht mehr regelmäfsig, sondern schob sich durch Zukungen vorwärts und auf die Seite; statt der wurmförmigen Bewegung des Magens war nur noch ein unregelmäfsiges abwechselndes Zuken verschiedener Muskelpartien der Muskelhaut vorhanden. Irritabilität war noch in allen Theilen des Körpers. Wenn man das Hirn mit einer glühenden Nadel versengt, so zeigen sich die gleichen Erscheinungen, wie beim Herausnehmen desselben. Ich that dieses, um zu sehen, ob nicht etwa blofs durch die Zerreifsung der Nervenstränge, die zu den Organen des Kopfs gehen, die Functionen dieser Organe gehemmt worden seyen.

Wenn man die Nerven einzelner Organe zerstört, so bleibt das Organ lahm. Dieser Versuch läfst sich nicht sowohl bei Raupen, als bei vollkommenen Insecten anstellen, wie bei gröfseren Fliegen, Maikäfern, Schrötern u. s. w.

Wenn man z. B. einem Schröter ein Stükchen der Bauchseite des Thorax wegnimmt, sorgfältig bis auf das Gangliensystem präparirt, und dann die zu den Muskeln der vorderen Füsse gehenden Nerven durchschneidet, so werden die Füsse ganz lahm. Läſst man einen Tropfen Terpentinöhls auf das entblöſste Hirn wirken, so stirbt das Insect weit bälder ab, als wenn bloſs die athmosphärische Luft oder kaltes Wasser darauf wirkt. Das Absterben geschieht von vorne nach hinten. Noch muſs ich bemerken, daſs, wenn man auch das Gangliensystem zwischen dem ersten und zweiten Paar der Krallenfüſse durchschneidet, sich doch manchmal noch einige regelmäſsige Zusammenziehungen des näher beim Kopf gelegenen Theils der Rüken-Muskeln, obschon sie hinter dem Schnitt liegen, zeigen. Dieses rührt daher, weil diese Muskeln mehrere Fäden des znrüklaufenden Nerven erhalten; zerschneidet man aber auch diesen Nerven, so ziehen sich diese Rükenmuskeln bloſs wie die übrigen Muskeln noch einige Zeit convulsivisch zusammen.

Ich will hier unter dem Kapitel über das Nervensystem noch eines Vergiftungs-Versuchs und einiger Bemerkungen über die Sinnorgane erwähnen.

Ich sprizte mehreren Raupen Tabakssaft in den Oesophagus und in den Anfang des Magens. Es zeigten sich bald starke Convulsionen. Merkwürdig war aber, daſs mehrere von diesen Raupen mit der vorderen Hälfte des Körpers einen aufwärts gerichteten Bogen bildeten, und den vorderen Theil des Kopfs gegen die Erde bohrten. Eine auf gleiche Art vergiftete Heuschreke erhob den hintern Theil des Körpers durch ihre Springfüsse und bohrte eben so den Kopf gegen die Erde. Tabakssaft vollkommenen oder unvollkommenen Insecten in den Darmcanal gesprizt, paralysirte bald den ganzen Körper. Wird Tabakssaft in die Höhle des Körpers gebracht, so daſs er das bloſse Nervensystem berührt, so entsteht gleich Paralysis am ganzen Körper.

Was die Sinne der Insecten betrift, so kann ich darüber nur weniges sagen:

Die Organe des Gesichts, die Augen, fehlen, so viel ich weifs, keinem vollkommenen Insect. Die Sehfähigkeit dieser Augen scheint aber bei den verschiedenen Insectenarten sehr verschieden zu seyn. Die Libellen z. B. sehen sehr gut jeden Körper, der sich auf sie zu bewegt, während mehrere Coleoptera kaum die Bewegung der sie umgebenden Gegenstände zu bemerken scheinen.

Das Gefühl scheint gar keinem Insect zu fehlen.

Geschmak und Geruch kann man, glaube ich, keinem vollkommenen (wenigstens auf dem Lande lebenden) Insect absprechen. Die Maikäfer z. B. fressen nie von einer ihnen nicht von der Natur bestimmten Nahrung, also nur Baumblätter, nie Fleisch oder Grasarten. Was den Geruch anbelangt, so wittert der Todtengräber, der Mistkäfer schon von weitem theils seine Nahrung, theils den Ort, wo er seine Brut hinlegen soll.

Welches sind wohl aber die Geruchswerkzeuge? Diese Frage näher bestimmen zu können, machte ich folgenden Versuch:

Ich hatte einigen Todtengräbern und Mistkäfern sorgfältig die Palpen und Antennen abgeschnitten, und die Wunden gesengt. Nun liefs ich sie in meinem Zimmer laufen. In eine Ecke des Zimmers hatte ich eine todte Maus, in die andere etwas Kuhmist in offene Schachteln gelegt. Acht und vierzig Stunden, nachdem ich die Thiere freigelassen hatte, fand ich schon drei Mistkäfer in dem Kuhkoth, und zwei Todtengräber bei der Maus. Abends waren die Käfer im Zimmer herum geflogen, und hatten so jeder seine Nahrung gefunden.

Da die sonst als die Organe des Geruchs angesehenen Palpen abgeschnitten waren, so möchte ich fast glauben, dafs die Insecten durch die feine innere Haut der Tracheen

riechen, oder vielmehr da, so viel ich weifs, keine Nerven in diese innere Haut der Tracheen dringen, dafs das eigentliche Geruchsorgan gleich am Anfange der Stigmaten, wo sich viele Nerven befinden, liege. Uebrigens sind die Palpen bei mehreren Insecten mit Hornplatten überzogen, oder wie bei den Schmetterlingen stark mit Haaren oder Federn bewachsen, so dafs kaum die feinen riechenden Theile der athmosphärischen Luft durch die Platten oder diken Häute und Haare hindurch zu den Nerven gelangen können.

Schwerer wird es auszumitteln seyn, ob die Insecten ein Gehör haben, da man kein Organ für diesen Sinn bei ihnen gefunden hat. Beobachtungen habe ich keine darüber. Ist es aber ein blofser allgemein verbreiteter Aberglaube, dafs man bei den Bienen, wenn sie stofsen, und die neue Brut zu weit fliegen will, klingende Töne hervorbringt, um sie zurükzuhalten?

---

## Rüken-Gefäfs. [10])

Ueber die Function dieses so räthselhaften Organs konnte ich fast keinen Aufschlufs erhalten.

Die glüklichsten Injectionen desselben zeigten mir nie einen Ausführungsgang oder Verästelungen aus ihm. Dafs keine Gefässe aus ihm entspringen, zeigt schon das, dafs wenn man dasselbe injicirt, die vorher darin enthaltene Flüssigkeit vor der eingesprizten Flüssigkeit hergetrieben wird, und dafs sie endlich, wenn man zuviel eingesprizt hat, das Gefäfs zersprengt. Es ist in diesem Gefäfs eine Flüssigkeit enthalten, die keine auffallende Farbe hat. Bei der Raupe zieht sich ihre Farbe etwas ins gelblichte, bei den

10) Was die anatomische Lage dieses Gefässes betrift, so lese man Lyonets Traité anatomique, Chap. XI.

vollkommenen Insecten aber, wie bei Lucanis, Carabis u. s. w. ist sie wasserhell.

Um diese Flüssigkeit rein zu erhalten, mufs man nicht die Haut über dem Rükengefäfs wegzunehmen suchen, und dann das Gefäfs öffnen, denn hier mischen sich immer noch zugleich Nahrungssaft und sehr kleine Fettk ümpchen bei, die zugleich aus der auf dem Rüken gemachten Wunde herausfliefsen; sondern man mufs das Insect auf der Seite, etwas mehr gegen den Bauch zu, öffnen, alle Theile wegnehmen, bis das Rükengefäfs blofs da liegt, das Blut vermittelst Fliefspapier auftroknen, dann das Rükengefäfs von den muskulosen Flügeln trennen, oder es gerade durch zwei auf seinen Seiten geführten Schnitte sammt der an ihm liegenden Haut heraus nehmen, und dann erst durch eine Oeffnung die Flüssigkeit heraus lassen.

Ich glaube, dafs Lyonet die Flüssigkeit des Rükengefässes gar nicht rein erhalten hat, erstens, weil er auf dem Rüken das Gefäfs öffnete, und zweitens weil er so grofse Kügelchen in der Flüssigkeit fand, die er selbst für Fett, das bei der Section dazu gekommen sey, zu halten scheint[11].

Die Flüssigkeit des Rükengefässes bringt weder auf Kurkuma- noch auf Lacmuspapier eine Veränderung hervor; auch schien sie mir sehr wenig coagulirenden Stoff zu enthalten, wenn ich sie über Feuer hielt, oder Säuren dazu sezte. John giebt in seinem Verzeichnifs zerlegter Animalien an, dafs sie bei der Wolfsmilch-Raupe Wasser, grünes Harz und Spuren von Säure u. s. w. enthalte. Es mufs ihm aber ebenfalls Nahrungssaft unter die Flüssigkeit des Rükengefässes gekommen seyn.

Dafs das Rükengefäfs kein zum Leben ganz unumgänglich nothwendiges Organ sey, und dafs das Insect immer

---

11) Siehe Lyonets Traité anatomique, pag. 426.

noch einige Zeit auch bei der gestörten Function desselben leben könne, zeigt folgendes: Wenn man den Raupen oder vollkommenen Insecten das Rükengefäfs in der Mitte zerschneidet, oder unterbindet, so leben sie noch einige Tage fort, und verrichten wie gewöhnlich ihre Functionen; endlich aber sterben sie langsam ab.

Die Flüssigkeit des Rükengefässes wird sowohl bei Raupen, als Chrysaliden und vollkommenen Insecten von hinten nach vorne getrieben. Wenn man nämlich das Gefäfs bei einem lebendigen Insect unterbindet, so sieht man, sobald das Thier schnell auf der Bauchseite aufgeschnitten wird, und alle Theile bis zum Rükengefäfs weggenommen werden, immer die Flüssigkeit hinter dem Band bei jeder Contraction anschwellen.

Wenn man bei Chrysaliden, die noch nicht lange verwandelt sind, so viel von dem Theil der Schaale, der über dem Rükengefäfs liegt, wegnimmt, dafs nur noch eine dünne durchsichtige Platte übrig bleibt, so stirbt das Insect nach einigen Tagen. Die dünne Platte selbst wird schwarz. Injicirt man das Rükengefäfs bei lebendigen Raupen mit gefärbtem Wasser, so sterben die Thiere langsam ab; wird es aber mit Terpentinöhl eingesprizt, so erfolgt der Tod weit schneller.

In dem Abschnitt über die Bildungsstufe der Insecten werde ich meine Vermuthungen über die Function dieses Gefässes nach den hier gemachten Beobachtungen angeben.

---

## Geschlechtstheile bei den Raupen.

Die Raupen sind nicht geschlechtslos; man kann bei ihnen schon die weiblichen und männlichen Geschlechtstheile unterscheiden, obschon es blofs die Keime derselben sind,

und erst in der Chrysalide zu vollkommenen Organen ausgebildet werden.

Die männlichen Geschlechtstheile bestehen in der Raupe aus zwei über dem hintern Theil des Magens, zwischen diesem und dem Rükengefäfs liegenden Nieren ähnlichen, der Quere nach gefurchten Körperchen, von welchen aus zwei, auf der inneren Seite dieser Körperchen entspringende Fäden, rükwärts und unterwärts, jeder auf seiner Seite, unter den Mastdarm laufen, und sich da an ein weifslichtes Körperchen befestigen.

Die beiden nierenförmigen Körper sind der jezt noch getrennte Hoden; die aus ihnen hervorkommenden Fäden die unentwikelten Ausführungsgänge, und aus dem Körperchen unter dem Mastdarm entwikeln sich späterhin, wie mir schien, die Saamenbläschen und der gemeinschaftliche Saamengang.

Die weiblichen Geschlechtstheile bestehen aus zwei ebenfalls über dem hintern Theil des Magens liegenden, aber der Länge nach gefurchten, Körperchen, deren vorderes Ende in einen geschlängelten Faden ausgeht. Aus der Mitte dieser Körperchen entspringen zwei andere Fäden, die, jeder auf seiner Seite. unter den Mastdarm laufen, und sich da an die Schleimhaut befestigen. Nahe bei ihrer Befestigung, aber mehr gegen den After zu, bemerkt man ein anderes Körperchen, das ebenfalls an der Schleimhaut befestiget ist.

Die über dem Magen liegenden Körperchen enthalten die sich in der Chrysalide entwikelnden Eyerröhren. Die aus ihnen entspringenden und unter den Mastdarm laufenden Fäden sind die Ausführungsgänge der Eyer. Das Körperchen unter dem Mastdarm mag die Keime der sich an dieser Stelle entwikelnden Absonderungs-Organe enthalten.

Genauer wird man die Keime der Genitalien der Raupen und ihre Entwikelung in der Chrysalide in Herolds

Ent-

Entwikelungs-Geschichte der Schmetterlinge beschrieben finden. Ich habe hier nur das Allgemeinere angegeben, was ich bemerkt habe.

---

## Ueber die Entstehung und Verwandlung der Raupe in Chrysalide, und dieser in den Schmetterling.

Ich habe die Untersuchungen über die verschiedenen Ausbildungsstufen vom Ey bis zum Schmetterling besonders bei der Sphinx Euphorbiæ angestellt.

Das Schmetterlings-Weibchen legt einige Zeit, nachdem es sich begattet hat, seine Eyer auf oder nahe zu der Pflanze, die später der Raupe als Nahrung dienen soll, und klebt sie mit einem durch eigene Organe abgesonderten Gummi fest. Aus der durch die bildende Kraft des männlichen Saamens belebten Flüssigkeit des Eyes entwikeln sich nun die verschiedenen Systeme und Organe, die der Raupe, während ihres ganzen Raupenzustandes eigen sind, und die in ihr bloſs wachsen und nicht umgestaltet werden. (Das Hautsystem allein macht eine Ausnahme, denn es wird während des Raupenzustandes mehreremal abgeworfen, und wieder neu erzeugt.)

Wenn man die befruchteten Eyer, gleich nachdem sie das Weibchen gelegt hat, öffnet, so findet man in ihnen eine blosse Flüssigkeit, die durch Säure und Alcohol gerinnt. Nach einiger Zeit bemerkt man schon einen trübern Fleken in der Flüssigkeit. Dieser trübe Fleken wird nun immer gröſser, und erhält einige Consistenz. Später kann man schon den Umriſs der Gestalt eines Räupchens daran erkennen. Noch später kann man den Kopf unterscheiden, uud die hervorstehenden Krallenfüsse, und am Ende sieht man in der Hülle des Eyes das ganze Räupchen, so wie es ausser dem Ey erscheint; es liegt etwas vorwärts zusammen-

gebogen im Ey. Schon einige Tage, ehe es hervorbricht, bemerkt man an ihm auf Berührung mit Nadelspizen einige Bewegungen. Welche Systeme und Organe zuerst, und welche zulezt gebildet werden, mag wohl unmöglich seyn, zu beobachten. Nur das weiſs ich, daſs das Rükengefäſs schon im Räupchen im Ey, einige Tage ehe es seine Hülle verläſst, zu pulsiren anfängt. Die peristaltische Bewegung des Magens scheint aber erst dann ihren Anfang zu nehmen, wenn das Thier die erste Nahrung zu sich genommen hat. Es schien mir auch zwischen dem ausgebildeten Räupchen und der von ihm noch nicht geöffneten Haut des Eyes ein leerer, wohl also mit Luft gefüllter, Raum vorhanden zu seyn.

Ist das Räupchen im Ey nun ganz ausgebildet, so reiſst es mit seinen Maxillen ein Loch in die umgebende Hülle, und kriecht durch dasselbe hervor. Jezt fängt es an, Nahrung zu sich zu nehmen, und es wachsen in ihm alle Systeme und Organe, die äuſsere Haut ausgenommen, von dem durch den Magen bereiteten allgemeinen Nahrungssaft, der sich in der Höhle des Körpers ansammelt, bespült und ernährt. Früher war sein innerer Körper bloſs feucht, ohne bemerkbare Menge, und ohne alle Farbe des Nahrungssaftes.

Sind alle innere Theile der Raupe so herangewachsen, und ist des Nahrungssaftes so viel, daſs die äuſsere Haut dadurch anfängt gespannt zu werden, so bildet sich aus dem dehnbaren Schleimnetz, das zwischen der äuſseren Haut und den Muskeln liegt, eine neue Haut und neue Schaalen für Kopf und Krallenfüsse, und auf der inneren Seite dieser neu gebildeten Haut ist jezt das Schleimnetz. Nun wird die äuſsere Haut immer gespannter, so daſs endlich die Schaalen des Kopfs und die Haut selbst gleich hinter dem Kopf platzen. Die Raupe windet sich aus dieser alten Haut heraus, und kommt mit einer neuen dehnbareren Haut, und mit neuen Kopf- und Krallen-Schaalen zum Vorschein. Wäh-

rend der Zeit, wo die alten Schaalen des Kopfs und der Krallenfüsse von den neugebildeten Schaalen sich lösen, sitzt die Raupe ganz still, und kann, wie leicht begreiflich, keine Nahrung zu sich nehmen. Ein solches Abstreifen der alten, und Bilden neuer Häute geschieht bei den Raupen wegen des immer gröfseren Ueberhandnehmens der verschiedenen Systeme und Organe und des sogenannten Bluts, mehrmals.

Sobald nun alle Systeme und Organe zu ihrem höchsten Wachsthum gelangt sind, und die Raupe so viel nährenden, zur Umbildung der alten und zur Ausbildung neuer Organe, welche leztere in der Raupe blofs noch als Keime liegen, während des Chrysaliden-Zustandes zu verbrauchenden Stoff gesammelt hat, so geschieht die Umwandlung in Chrysalide.

Ich will nun die Veränderungen verfolgen, die sich sowohl in den äufseren als inneren Theilen der Raupe bei dem fortschreitenden Verwandlungs-Procefs zeigen.

Die Raupe hört einige Tage, ehe sie als Chrysalide erscheint, auf, zu fressen, und bleibt ruhig auf der Pflanze, die ihr zur Nahrung diente, oder auch auf der Erde sitzen. Dadurch gewinnen der Magen, der Darmcanal und die Gallengefässe Zeit, sich eines Theils ihres Inhalts zu entleeren. Aeufserlich bemerkt man an der Raupe noch keine anderen Veränderungen, als dafs die Haut etwas dunkler, und die rothen Schaalen des Kopfs und der Krallenfüsse etwas blasser werden. Das Dunklerwerden der Haut zeigt schon die anfangende Ablösung derselben von dem darunter liegenden Schleimnetz an. Die Schaalen, die sich ebenfalls ablösen, werden im Anfang durchsichtiger. Dafs die Raupe nicht mehr frifst, kommt daher, weil die Organe des Kopfs sich umzubilden anfangen, und die Schleimhaut und Muskeln von den Schaalen sich ablösen, so dafs die äufseren Organe nicht mehr bewegt werden können.

Nun wühlt sich die Raupe entweder in die Erde ein, oder verkriecht sich unter Gras, Blätter, oder Holzstükchen; hier bildet sie sich eine Höhle, die sie inwendig theils zur Befestigung, theils zum Schuz gegen äufsere schädliche Einwirkungen und zur bequemeren Lage mit vielen Fäden, welche sie aus dem Spinnapparat zieht, und durch Hin- und Herwenden des Kopfs an verschiedene Theile anklebt, auskleidet.

Während dieser Arbeit entleert sich der Darmcanal fast ganz, und zum Theil auch die sogenannten Gallengefässe, die jezt schon einen röthlichen Stoff zu secerniren anfangen.

Jezt zieht sich die Raupe um ein gutes Drittheil zusammen; die äufsere Haut wird gerunzelt und schwarz; die Schaalen des Kopfs und der Krallenfüsse werden ebenfalls dunkler. Diese Veränderung der Farbe entsteht dadurch, dafs sich die äufseren Bedekungen von der Schleimhaut ablösen, also nicht mehr ernährt werden und anfangen auszutroknen. Das Kürzerwerden der Raupe geschieht durch die Zusammenziehung der Muskeln des ganzen Körpers. Da die zarte Schleimhaut, die später zur äufsern Chrysaliden-Hülle wird, noch nicht fest genug ist, um der Contraction der Muskeln zu wiederstehen so mufs sie ihrer Bewegung folgen. Sobald sich diese äufsere Haut verhärtet, hört das Zusammenziehen auf.

Zieht man einer so verkürzten Raupe sorgfältig die äussere todte Haut ab, so findet man unter dieser nicht mehr ein einer Raupe ähnliches, sondern vielmehr einem Schmetterlinge gleichendes Geschöpf. An seinem Körper kann man schon Kopf, Brust und Bauch unterscheiden, obschon alle drei noch eine allgemeine ununterbrochene Höhle ausmachen. An dem Kopf bemerkt man die Fühlhörner, die Palpen, den doppelten Saugrüssel, die Augen; an der Brust die Flügel und die Beine. Die dieses neue Geschöpf umgebende Haut ist am festesten, wo sie den Rumpf überzieht; un-

glaublich leicht zerreifsbar ist sie aber an den Antennen, Palpen, Saugrüssel, Füssen, Flügeln.

Es entsteht aber jezt die Frage, wie alle diese zum Theil an der Raupe noch nicht vorhandenen äufseren Theile gebildet wurden. (Es ist hier blofs davon die Rede, zu zeigen, wie diese äufserlichen Theile an dem einem Schmetterlinge so ähnlichen Thiere, gebildet werden, und nicht von der eigentlichen Bildung des Schmetterlings und seiner Theile, wie es erst in der Chrysalide geschieht.)

Ich will mit der Bildung der Flügel anfangen.

Schon bei der noch fressenden Raupe, von der Zeit an, wo sie zum vorlezten Mal ihre Haut abgestreift hat, bis zur Zeit, wo sie diese zum lezten Mal ablegt, um Puppe zu werden, geht der Anfang der Bildung der Flügel vor sich. Es ist nicht vergebens, dafs die Raupe am zweiten und dritten Ringe des Körpers keine Stigmaten hat; denn das ist der Ort, wo die Flügel entstehen. Man bemerkt, dafs diese Stellen schon mehrere Tage, ehe sich die Raupe einpuppt, auf jeder Seite etwas anschwellen. Zieht man dann da die äufsere Haut ab, so findet man die aus dem Schleimnetz hervorsprossenden Flügel. (Wenn man die Raupe in siedendes Wasser taucht, so ist es so ganz schwer nicht, die äufsere Haut an der Stelle, wo die Flügel entstehen, indem sie sich dort von selbst früher löset, abzuziehen. Gelingt das nicht, so mufs man die Raupe auf dem Rüken öffnen, und dann am Rande der durchschnittenen Häute diese zu trennen suchen. Besonders gut kann man die äufsere Haut von der Schleimhaut trennen bei solchen Raupen, die man durch Hunger zwingt, entweder sich einzupuppen, oder wenigstens Versuche dafür zu machen. Die Schleimhaut ist bei ihnen nicht so leicht zerreifsbar, wie bei wohlgenährten Raupen.) Es lösen sich nämlich auf jeder Seite zwei ganz kleine Tracheen-Bündel, die aus den grofsen Luftcanälen, deren einer auf jeder Seite des Körpers innerhalb der Muskeln hinläuft,

entspringen, und zwischen den Muskeln hindurch an das Schleimnetz gedrungen waren, mit ihren äufseren Enden ganz von den Muskeln ab, und werden vermittelst der Luft, die sie bei der Respiration ausdehnt und ausstrekt, und auch vermittelst ihres zunehmenden Wachsthums, in das feine Schleimnetz hineingedrängt. Diese noch ganz lokere Haut folgt der Bewegung der Tracheen, und bildet so den Ueberzug der Flügel, die man an der enthäuteten Raupe wahrnimmt. Dieser Ueberzug ist aber weit dünner, als der des übrigen Körpers, eben weil er eine Ausdehnung des feinen Schleimnetzes ist. Je früher man die äufsere Haut wegnehmen kann, desto bemerkbarer ist es, dafs durch die Tracheen der Grund der Flügel gebildet wird. Erst sieht man blofs eine Trachee an das Schleimnetz anschiefsen; so wie sich aber dieses zur Haut zu bilden anfängt, so zeigen sich auf beiden Seiten an ihr zwei Falten, in welche mehrere Tracheen, die sich überdiefs noch zerästeln, hineingehen. Mit dem zunehmenden Wachsthum und der Ausdehnung der Tracheen dehnt sich auch die sie umgebende Haut aus, und zwar, da sich die äufseren Enden der Tracheen immer mehr zerästeln, dort aber, wo sie in die Haut hineingehen, blofs diker werden, so, dafs sie an der Stelle die gröste Breite hat, wo künftig der Aufsenrand des Schmetterlingsflügels gebildet wird. Dafs diese Haut die gleiche sey, die den übrigen Körper umschliefst, zeigt sich, wenn man das ganze Schleimnetz abschält, wo sich dann die Tracheen aus den Flügeln herausziehen lassen, und diese Flügel blofs als Säke der Schleimhaut erscheinen.

Die an der enthäuteten Raupe befindlichen Flügel enthalten keinen eigenen Stoff, der in der Chrysalide zur Bildung des eigentlichen Schmetterlingsflügels verwandt würde, sondern man findet in ihnen blofs Tracheen und allgemeinen Nahrungssaft. Man kann auch durch eine Oeffnung, die man an diesen Flügeln macht, das Thier fast ganz von seinem

Nahrungssaft entleeren, und dann fällt der vorher etwas aufgedunsene Flügelsak ganz zusammen. Noch mufs ich bemerken, dafs gegen das Ende des Raupenzustandes die Häute der Flügel schwammigter und gerunzelt werden, was zu ihrer Ausdehnung beim Abstreifen der Raupenhaut nothwendig ist.

Die sechs Beine, die man an dem aus der Raupenhaut gezogenen Geschöpf bemerkt, entstehen aus den sechs Krallenfüssen der Raupe. Sobald das Einpuppungsgeschäft anfängt, und man die äufsere Haut von der Schleimhaut künstlich trennen kann, so kann man auch die Schaalen der vorderen sechs Füsse lösen; an den sechs blofsgelegten Füssen bemerkt man anfangs noch keine Veränderung; sie enthalten blofs neben einigen feinen Muskeln und Nahrungssaft mehrere Tracheen, worunter aber eine auffallend stark ist. Wie aber die Zeit der Einpuppung immer näher rükt, und man die Schaalen wegnimmt, (drei bis vier Tage, ehe die Verwandlung vor sich geh , wo die Raupe schon keine Nahrung mehr zu sich nimmt,) so bemerkt man auch, dafs die Beine anfangen zu wachsen. Da sie aber in ihrer alten Hülle nicht mehr Raum haben, so wachsen sie nach und nach rükwärts zu, so dafs man schon ihren oberen Theil daraus hervorstehen sieht; noch später hat sich schon die Hälfte daraus gewikelt, und zulezt findet man nur noch die Spizen in den alten Schaalen befestigt. Diese neuen Beine sind aber nicht ausgestrekt, sondern der Theil, der aufser der Schaale ist, liegt geschlängelt zwischen der alten Haut und dem Körper. Die Schleimhaut, die diese Beine umgiebt, ist sehr dünn. Die Bildung dieser sechs Beine scheint mir ebenfalls zum Theil durch das Wachsthum und die Ausdehnung der Tracheen vermittelst der Respiration bewerkstelligt zu werden.

Die Bildung der Antennen geschieht auf gleiche Art, wie die der Beine. Auch in ihnen bemerkt man eine sehr

starke Trachee, die sich immer mehr vergröfsert, und mit deren Wachsthum auch die Antennen zunehmen. Nur das mufs ich hier bemerken, dafs man die neu gebildeten Antennen oft durch die Kopfschaale hindurch scheinen sieht, und glauben könnte, als entstünden sie unter der Schaale oben auf dem Kopf, da man von aussen dort ihren Ursprung wahrnimmt. Dieses kommt aber daher, weil durch die sehr grofse Masse des sich ausbildenden Rüssels und durch die anschwellenden Antennen selbst der eigentliche Kopf sich aus der äufseren Schaale zurükziehen mufs, und dann die Antennen, die ihre Spizen noch immer in der ehemaligen Antennenschaale haben, äufserlich so erscheinen, als wenn sie oben auf dem Kopf entstünden.

Die Palpen bilden sich auf gleiche Weise wie die Antennen.

Was die Spiralzunge betrifft, so entsteht ihre Basis aus der Muskulatur der Maxillen. Man bemerkt zur Zeit der Verwandlung an der Basis jeder Maxille ein Anschwellen, und von dieser Anschwellung aus krümmt sich auf jeder Seite aufserhalb der andern Organe des Kopfs nach und nach eine starke Trachee, die die zarte Schleimhaut vor sich hin ausdehnt, aufwärts, bis sie in gleicher Höhe mit dem oberen Theil des Kopfs steht. Mit zunehmender Ausbildung verkleinern sich die Anschwellungen. Die beiden Theile der Spiralzunge berühren sich blofs an den Spizen zwischen den Basen der Antennen. Ihre Basen stehen, wie die der Maxillen, aus einander, und zwischen ihnen bemerkt man die Oeffnung des Oesophagus, in der meistens noch ein verhärtetes Stükchen Schleim liegt, das an einer Lippe der Raupe befestigt ist und erst durch das Abstreifen der Haut herausgezogen wird. Zwischen den Basen der beiden Theile des Rüssels und dem Oesophagus findet jezt noch keine Verbindung statt.

In den Beinen, den Antennen, den Palpen, den bei-

den Theilen des Saugrüssels ist nichts anderes enthalten, als allgemeiner Nahrungssaft und Tracheen. Zerschneidet man einen von diesen Theilen, so fliefst der Nahrungssaft in grofser Menge heraus.

Es scheint also nach dem allem, dafs die äufseren Theile die man an dem unter der Raupenhaut befindlichen Geschöpf antrifft, die gleichen seyen, die schon die Raupe besafs, und dafs sie zum Theil blofs durch die Ausdehnung der in ihnen befindlichen Tracheen und durch den andringenden Nahrungssaft vergröfsert und erst später in der Chrysalide zu Theilen des Schmetterlings völlig ausgebildet werden. Es versteht sich übrigens von selbst, dafs noch andere Kräfte, wie die bildende Kraft des Organismus, zur Bildung dieser Theile mitwirken; denn mit der obigen Erklärung wäre weder die Form noch die Gröfse dieser verschiedenen Organe gegeben. Ich suche hier blofs darzuthun, dafs diese Theile nicht neu in der Raupe gebildet, sondern blofs Ausbildungen der alten seyen.

Das Skelett dieser Theile und der künftig daraus sich vollkommen entwikelnden Organe, bilden die Tracheen. Man findet diese Tracheen alle späterhin im vollkommenen Insect wieder; im Saugrüssel z. B. sind es die zwei dunkleren Streifen, die man gegen innen auf ihm sieht. Es entwikeln sich aus denselben, wenn man bei einem Schmetterling den Saugrüssel, in dem noch eingesogene flüssige Nahrung ist, abschneidet, gleich Luftblasen. Zum Belege, dafs durch den Wachsthum der Tracheen, und durch die Ausdehnung der Schleimhaut der Organe der Raupe, vermittelst jenes, zum Theil die äufseren Organe des schmetterlingähnlichen Geschöpfs erzeugt und nicht neugeschaffen werden, mag das dienen, dafs wenn man das Schleimnetz und die Tracheen an der Stelle, wo die Flügel entstehen sollen, schon an der Raupe verlezt, diese bei der Verwandlung ganz verunstaltet erscheinen; ferner dafs wenn man die Antennen,

oder die Krallenfüsse, oder die Palpen an der Raupe zerstört, sie sich in der Chrysalide gar nicht oder doch verstümmelt vorfinden. Auch defswegen scheint es mir, dafs die Schmetterlings-Beine blofs umgebildete Raupen-Beine seyen, weil nie einer Raupenart ein Paar dieser Krallenfüsse fehlt, da ihnen doch oft mehrere Paare der Fleischfüsse mangeln. Schon die Natur hat die äufserlichen Theile der Raupe, die später auch dem Schmetterling, obschon verändert, zukommen, mit harten Hüllen geschüzt.

Da das Rükengefäfs gar nicht verändert wird, das Nervensystem, der Speisecanal, die Speichel- und Gallen-Gefässe blofs umgebildet werden, so kann ich nicht begreifen, warum die äufseren Organe des Körpers, die doch in der Raupe und dem Schmetterling die gleiche Zahl und den gleichen Endzwek haben, aus neu in der Raupe entstehenden Keimen, und nicht aus den schon vorhandenen, sollten gebildet werden. Uebrigens mufs ich bemerken, dafs ich nie die besonderen Keime der Antennen, der Palpen, oder die von Herold angegebenen zapfenförmigen Auswüchse des Schleimnetzes zwischen den Krallenfüssen, die einst zu den Beinen des Schmetterlings werden sollen, oder auch die von ihm angegebenen Flügelkeime finden konnte. Wenn Flügelkeime da sind, so müssen sie auf der Schleimhaut liegen, und also zur Zeit der Einpuppung die Muskeln an jenen Stellen schon in der Raupe verschwinden, da man früher dort solche bemerkt. Aber wie kommen denn diese Flügelkeime nach aufsen, und wie dringen sie in das Schleimnetz hinein? Die Organe der Raupe sind ja selbst schon Keime, ich weifs nicht, warum man noch neue suchen will.

Was jene weifsen Fettklümpchen betrifft, die einige Naturforscher, wie Lyonet, als Keime der neugebildeten Organe, angeben, so mufs ich bemerken, dafs ich sie nicht in allen Subjecten fand, dafs sie in Zahl und Lage sehr variren, dafs ich sehr oft, besonders in den Chrysaliden, gelbes Fett

in weifses übergehen sah, und dafs jene Klümpchen innerhalb der Muskeln, und nicht auf dem Schleimnetz liegen, noch mit ihm in Verbindung stehen.

So viel bis jezt über die Umänderungen, die die äufseren Organe der Raupe erlitten haben; nun zu denen der inneren Theile. Es sind folgende:

Das Rükengefäfs ist blofs durch die allgemeine Verkürzung auch zusammengezogen worden, fährt aber immer noch fort sich zu bewegen. Die das Gangliensystem verbindenden Stränge sind wegen der allgemeinen Zusammenziehung des Körpers nicht mehr ausgestrekt, sondern geschlängelt. Der ganze Speisecanal ist in sich selbst zusammengezogen, und seine Breite ist nicht mehr so grofs, wie in der Raupe; die peristaltische Bewegung ist ganz verloren gegangen. Die Speichelabsonderung hört auch auf. Die Spinngefässe sind zu dünnen, von ihrem vorigen Inhalt entleerten Fäden verwandelt. Die sogenannten Gallengefässe sind etwas zusammengezogen, und enthalten nicht mehr jenen weissen Stoff, sondern einen röthlichen; übrigens bemerkt man in ihnen unter dem Microscop immer noch eine helle Flüssigkeit, und einen festen in dieser Flüssigkeit schwimmenden Stoff. Alle Muskeln haben sich so contrahirt, dafs man sie kaum von einander unterscheiden kann. Was die Genitalien betrift, so schienen mir die nierenförmigen Körperchen im männlichen Geschlecht schon etwas zusammengerükt.

In dem Magen findet man einen röthlichtbraunen diklichten Saft. Ich halte diesen Saft theils für Speichel und Magenschleim, theils für einen Rest der Stoffe, die zum Theil von den Wandungen des Magens vor der Einpuppung hätten eingesogen, zum Theil durch die peristaltische Bewegung aus dem Körper hätten geschafft werden sollen. Ist nämlich dieser Saft flüssig, so coagulirt er zum Theil durch zugesezte Säuren; ist er aber schon eingetroknet, wie es in

der Puppe späterhin geschieht, und wird er mit Wasser gekocht, so erhält das Wasser gleich ein weisses Wölkchen. Man kann das Wasser mehrere Mal abgießen und frisches hinzusetzen, und doch wird es noch durch jenes Wölkchen getrübt. Läßt man das abgegossene Wasser erkalten, so zeigen sich viele weisse Floken, die sich bald auf den Grund des Gefässes sezen. Dieses deutete also auf noch unaufgesogenen Chylus. Als Rükstand nach dem Sieden erhält man eine feste Materie, die man in ein Pulver zerreiben kann, welches sich weder in kaltem noch siedendem Wasser mehr auflösen läßt, wohl aber darin erweicht. Dieser röthlichbraune Saft findet sich besonders bei solchen Raupen in großer Menge, die durch Hunger zum Einpuppen gezwungen wurden.

Wenn nun die oben beschriebenen äußeren Organe unter der Raupenhaut einen gewißen Grad von Ausbildung erreicht haben, und von jener nicht mehr enthalten werden können, so spaltet sich den Suturen nach die Schaale des Kopfs und die Haut auf dem Rüken gleich hinter jenem. Das Insect macht convulsivische Bewegungen, und die Haut streift sich ab. Die Kopfschaale wird auf der Bauchseite herabgezogen, und dieses geschieht zu folgendem Zwek:

Wir wissen nämlich, daß die zwei Theile der Spiralzunge aufwärts zusammen geschlagen unter der Kopfschaale liegen; ihr oberstes Ende ist an jene etwas befestigt; zugleich halten auch noch die Antennen in den Spizen ihrer vorigen Hüllen, so wie auch die Palpen und die Beine. Nun werden durch das Abstreifen der Kopfschaale auf der Bauchseite die zwei Theile der Zunge mit herabgezogen, in eine gerade Lage gebracht, und von ihren Basen an, welche zusammenrüken und die Mündung des Oesophagus so verschließen, bis an ihre Spizen an einander angelegt. Ebenso werden die Antennen, die Palpen und die Beine herabgezogen und ausgestrekt. Auch die Flügel werden dadurch et-

was ausgestrekt und an den Rumpf angelegt, denn da die Haut sich oben hinter dem Kopfe spaltet, so wird ein Theil derselben schief gegen den Bauch gezogen, welcher Richtung dann die Flügel, deren Haut, wie oben erwähnt, etwas schwammigt und runzlich geworden ist, um diese Ausstrekung, ohne zerrissen zu werden, ertragen zu können, folgen müssen.

So wie die Antennen, der Saugrüssel, die Palpen und Beine durch das Herabstreifen der Haut in ihre gehörige Lage gebracht worden sind, so lösen sich ihre Enden durch das weitere Hinunterrüken der Raupenhaut vermittelst der convulsivischen Bewegungen, die die neuentstandene Puppe macht, aus ihren vormaligen Schaalen. Mit dem Abstreifen der Haut kleben sich die verschiedenen Organe über dem Rumpf zusammen, und ihre Hüllen bilden nach und nach die harte äufsere Kruste der Chrysalide, und die inneren Scheidewände der Theile.

Erst in der Chrysalide fängt die Bildung der den Schmetterling auszeichnenden äufseren Organe um die Tracheen herum, die das Skelet aller dieser Theile ausmachen, an. Man mufs also nicht glauben, dafs in den äufseren Theilen des unter der Raupenhaut gefundenen Geschöpfes schon eine andere Bildung vorgegangen sey, als die Ausdehnung der das Skelett der künftigen Theile des Schmetterlings bildenden Tracheen, und als die Ausdehnung der Schleimhaut, die sich später verhärtet, und die zu bildenden Theile umschliefst.

In der zur Zeit der Einpuppung abgestreiften Raupenhaut findet man immer eine Menge Tracheen, die auf der inneren Seite des Stigmas festsizen. Es sind aber dieses nicht eigentliche Tracheen, sondern nur die inneren Häute der gröfseren Stämme, die dann in der Chrysalide neu gebildet werden.

Da ich die Ausbildung des Schmetterlings in der Chry-

salide nicht so genau beobachtet habe, als die Verwandlung der Raupe in Chrysalide, so will ich hier nur noch einige allgemeine Beobachtungen darüber angeben.

Unter den verhärteten Häuten der Chrysalide bildet sich eine neue allgemeine Haut, sowohl für den Rumpf als für die Extremitäten, die ebenfalls nach und nach fester wird, und das Hautsystem des Schmetterlings ausmacht. Die Haut des Rumpfs zieht sich aber, sobald sie einige Festigkeit erhalten hat, hinter dem Kopf und der Brust zusammen, und bildet so die drei nur durch dünne Canäle zusammenhängenden Höhlen des Schmetterlings, nämlich die Kopf- Brust- und Bauchhöhle.

Alle Theile, auch die Extremitäten werden immer vom Nahrungssaft bespült; in den Flügeln aber, sobald sie in ihrer Bildung etwas vorgerükt sind, bilden sich eigene Canäle, die den Nahrungssaft in sie hinein führen. Diese Canäle entstehen dadurch, dafs beide Platten der Flügelhäute nicht völlig sich um die zwischen ihnen fortlaufenden Luftgefässe anschliefsen, sondern sich etwas trennen. In diese so entstandenen Zwischenräume fliefst dann der Nahrungssaft hinein.

Die Veränderungen an den inneren Theilen sind folgende: Die die Nervenknoten verbindenden Stränge fangen an sich in sich selbst zusammen zu ziehen, und werden dadurch etwas diker. Die Nervenknoten selbst rüken zusammen. Der erste derselben nähert sich um vieles der Basis des Hirnknotens; verbinden kann er sich aber nicht mit ihm, indem der Oesophagus zwischen beiden hindurch läuft. Zwei Nervenknoten, der dritte und vierte, oder der vierte und fünfte schmelzen in einen. Die zwei hintersten Nervenknoten scheinen sich ganz nach und nach blofs in Nervenstränge aufzulösen.

Der Speisecanal wird immer zärter und dünner, so dafs ein Augenblik da ist, wo man weder Magen noch Darmcanal

von einander unterscheiden kann, Der Oesophagus verlängert sich nun, und wird zu einem dünnen durchsichtigen Faden; an seinem hinteren Ende, wo er in die Bauchhöhle tritt, bemerkt man die anfangende Bildung des Honigmagens; zuerst entsteht blofs eine Anschwellung, die sich aber späterhin zu einem Säkchen ausbildet. Der eigentliche Magen fängt auch an, sich durch sein gerunzeltes Ansehen zu zeigen. In ihm troknet der oben erwähnte dunkelrothe Saft ein, und nimmt ganz dessen Form an. Verhärtet er sich aber zu früh, so kann sich der Magen des Schmetterlings nicht bilden, und die Puppe stirbt ab. An dem Darmcanal verschwinden die Ringmuskeln; er verlängert sich und wird durchsichtiger; gegen sein hinteres Ende, wo der dünne Darm in den Mastdarm übergeht, sieht man nach und nach den muskulosen Blinddarm hervorsprossen. Erst gegen das Ende des Chrysalidenzustandes nimmt der Darmcanal seine Windungen ganz an.

An den Gallengefässen bemerkt man blofs, dafs sie nichts in den Darmcanal ausscheiden, und dafs der in ihnen enthaltene Saft röthlich ist. An dem Luftgefäfs-System geschieht die Veränderung, dafs an den Enden der Tracheen eine Ausdehnung der äusseren Haut in Blasen entsteht. Die Spinngefässe sind nach und nach ganz verschwunden. Auch die Muskeln verlieren sich nach und nach.

Zur Umbildung aller dieser Theile und zur Bildung der Extremitäten deliquescirt das Fett, theils in einen gelben, theils in einen grünlichblauen Brey, welcher sich mit dem alten Nahrungssaft, doch nicht völlig homogen, mischt. So wie sich alle Theile mehr und mehr ausbilden, bemerkt man ein Abnehmen dieses Breyes. Aus ihm schiefsen auch die neuen Muskelfasern zur Bewegung des Schmetterlings an. Im Schmetterlinge selbst trift man von jenem Fett blofs noch die keulenförmigen Bälge.

Etwa in der Mitte der Einpuppungs-Zeit schwizt durch

die allgemeinen neuen Bedekungen des sich bildenden Schmetterlings ein Schleim, der unter der Gestalt von kleinen Kügelchen aussen anschiefst, welche nachher zu Flügelschuppen und Haaren werden.

Was die Ausbildung der Genitalien in beiden Geschlechtern betrift, so konnte ich im Allgemeinen folgendes bemerken. Die nierenförmigen Körper, die zum Hoden werden, rüken ganz an einander; nach und nach gehen sie in einander über und bilden einen Körper. Nun fängt aus dem unter dem Mastdarm liegenden Körperchen die Bildung des gemeinschaftlichen Saamenganges an. Sein vorderes Ende schliefst sich an den Ausführungsgang des Hodens. Der gemeinschaftliche Saamengang nimmt immer an Länge mehr zu und schlängelt sich; an seinem Anfang, dort wo die Hoden-Ausführungsgänge zu ihm treten, fangen die Saamenbläschen an, sich zu entwikeln. Aus seinem Ende entwikelt sich nach und nach das männliche Glied, und dessen Muskel und Hülfswerkzeuge.

Was die weiblichen Geschlechtswerkzeuge betrift, so zieht sich das Häutchen, das die Eyerröhren umgiebt, von hinten nach vorne über die Eyerröhren ab, da diese zu wachsen anfangen. Durch die Verkürzung der Raupe bei der Einpuppung rükt auch das unter dem Mastdarm liegende Körperchen an die Fäden, die von den Eyerröhren her unter den Mastdarm traten, und vereinigt sich mit ihnen. Die Eyerröhren fangen nun an, sich nach allen Dimensionen zu vergröfsern. Die zwei Fäden, die von den Eyerröhren aus unter den Mastdarm treten, gehen da in einander über und werden zum gemeinschaftlichen Ausführungsgang der Eyer. Aus dem an ihnen liegenden oben erwähnten Körperchen fängt die Bildung der Absonderungs-Organe an, die dann später in den gemeinschaftlichen Eyergang übergehen.

Am Ende der Verpuppung fängt der Hoden schon an, Saa-

Saamen zu bereiten; eben so bemerkt man in den Eyerröhren die sich entwikelnden Eyer.

So wie nun der Schmetterling der Zeit seines Ausschlupfens nahe ist, so kommen die umgewandelten inneren Organe wieder in Thätigkeit. Der Speichel fängt wieder an, abgesondert zu werden, und den im Magen eingetrokneten Saft aufzulösen. Auch die Gallengefässe fangen an sehr stark zu secerniren, und einen erst gelbrothen, dann weifsen Stoff in den Darmcanal zu ergiefsen. Die peristaltische Bewegung nimmt wieder ihren Anfang. Man bemerkt auch auf angebrachte mechanische Reize Bewegungen an den äufseren Theilen.

Endlich sprengt der Schmetterling die ihn umgebende Hülle, und windet sich daraus hervor. Schon während des Herauswindens entleert er sich des von den sogenannten Gallengefässen abgesonderten Stoffes, in Verbindung mit der im Magen durch den Speichel aufgelösten Materie.

Der Schmetterling kann sich aber noch nicht auf seinen Flügeln erheben, denn sie sind noch gerunzelt und weich. Da sie nun nicht mehr in harte Schaalen eingeschlossen sind, breiten sich ihre Falten aus, indem die geschlängelten Tracheen vermittelst der respirirten Luft ausgestrekt werden. Zugleich troknen sie an der atmosphärischen Luft, so dafs sie einige Steifigkeit erhalten. Jezt ist die Bildung des Schmetterlings vollendet.

Ich will hier nur noch im Allgemeinen einige Beobachtungen über die Verwandlung der Larve des Rhagium inquisitor angeben:

Die Larve dieses Insects, die sich meistens in abgestorbenen Holzstämmen aufhält, nagt sich, sobald sie zur Verwandlung hinlänglich ausgebildet ist, unter der Rinde des Baums eine ovale, einen halben bis ganzen Zoll lange und beinahe eben so breite, aber blofs etwa drei bis vier Linien

hohe Höhle, in der sie ihre Verwandlung durchmacht. Zieht man ein oder zwei Tage, ehe sich die Larve verwandelt, ihr die äufsere Haut ab, so findet man unter dieser das vollkommene Insect, obschon noch kaum erkennbar. Auch hier sind die sechs Füsse des zukünftigen vollkommenen Insects mit ihren Spizen noch in den Krallenfüssen der Larve befestigt; die Palpen, Antennen, so wie die Maxillen, halten ebenfalls in den Schaalen dieser Organe, wie sie an der Larve waren, noch fest. Die Flügel zeigen sich als vier kleine Auswüchse auf beiden Seiten des Körpers. Wenn die Larve bei der Verwandlung ihre Haut abstreift, so geschieht es auf gleiche Art, wie oben bei der Raupe erwähnt wurde. Alle äufseren Organe, selbst die Flügel, kommen eben so zu liegen, wie in der Chrysalide des Schmetterlings; sie kleben sich aber nicht so über den Rumpf zusammen, und bilden keine eigentliche Chrysalide, wie es bei den Schmetterlingen geschieht; sie liegen blofs neben einander über dem Rumpf. Uebrigens ist die äufsere Haut, die dieses dem vollkommenen Insect so ähnliche Geschöpf bedekt, nicht die Haut, die nachher das vollkommene Insect bekleidet, sondern diese bildet sich erst unter ihr.

Nach und nach wachsen nun die äufseren Organe. Die Flügel, sobald ihre Muskeln, von denen sie im vollkommenen Zustand bewegt werden, gebildet sind, ziehen sich mehr auf die Rükenseite. So wie sich das Insect seiner vollständigen Ausbildung nähert, bemerkt man eine Färbung seiner Bedekungen. Doch ist diese Färbung, so lange das Insect unter der Holzrinde ist, nie so stark, als wenn es einmal darunter hervorgetreten ist. Die alle äufseren Theile des Körpers umgebende Haut schält sich nach und nach ab, das Insect fängt schon an sich zu bewegen, und nun tritt es nach einigen Tagen durch ein Loch, das es sich in die Rinde nagt, mit der Aufsenwelt in Verbindung.

Die Verwandlung der Larve der Cerambyx Heros schien

mir ganz auf die gleiche Weise vor sich zu gehen, wie die der Larve des Rhagium inquisitor.

---

## Ueber die Bildungsstufe der Insecten.

Wird die Classe der Insecten im Allgemeinen betrachtet, so ergiebt sich bei ihnen schon durch die Vielfachheit der Organe, aus denen sie bestehen, eine höhere Stufe, welche sie in der Reihe der Thierarten einnehmen, sofern im Gegentheil Einfachheit im Organismus Annäherung zur untersten Gränze des Thierreichs und Unvollkommenheit bezeichnet.

In ihrer äufseren Bildung haben die Insecten mit den Wirbelthieren das gemein, dafs ihr Körper symmetrisch in eine rechte und linke Hälfte getheilt ist, eine Rüken- und Bauchseite hat, und dafs ihr vorderes Ende durch ein Hirn, und durch die ausgezeichnetesten Sinn-Organe, so wie durch den Anfang des Speisewegs ein Kopf wird. Diesem nach scheint Lagerung des Hirns nicht blofs mit Lagerung der höheren Sinn-Organe, wie der Augen, sondern auch mit der Bildung des Anfangs vom Speisecanal in einem nothwendigen Znsammenharg zu stehen. Ebenso ist den Insecten mit den Wirbelthieren gemein, dafs sie zweierlei getrennte Geschlechter haben, und dafs die Geschlechtstheile auch bei ihnen, so wie der Ausgang des Nahrungsweges an dem dem Kopf entgegengesezten Ende liegen.

Wenn unter den Thieren mit Wirbeln, welche man gewöhnlich als eine höhere Stufe der Organisation erreichend ansieht, als die wirbellosen Thiere, auf der niederen Stufe Kopf, Brust und Bauch, wie bei den Fischen und Schlangen, ohne auffallenden äufseren Unterschied gleichsam in eins verschmolzen sind, und nur in den höheren Classen dieser Thierordnung diese drei Theile des Körpers abgesondert hervor-

treten, so zeigt sich bei den Insecten noch eine vollkommenere äufsere Trennung des Kopfs, der Brust und des Bauchs von einander; aber diese Trennung findet gleichsam nur in ihren höheren Ordnungen statt; in ihren niederen, wie bei den Araneiden, ist kaum der Kopf äufserlich noch unterschieden, in vielen von den Apteris, wie bei Oniscus und Julus, findet sich kein äufserer Unterschied mehr zwischen Brust und Abdomen. Mit der höheren Stufe, welche die Insecten hierin einnehmen, stimmt ihr geringes Reproductions-Vermögen überein, einzelne verloren gegangene Theile zu ersezen, welche Kraft im Gegentheil, je unvollkommener und einfacher eine Thierart ist, mit desto gröfserer Stärke sich ausspricht. Es stimmt ferner damit bei den Insecten überein, dafs sie im Verhältnisse zu ihrem kurzen Leben eben so viel und oft sogar viel mehr Zeit brauchen, um sich ganz auszubilden, als die Mammalien und der Mensch selbst.

Innere Vollkommenheit spricht sich aber bei den höheren Ordnungen der Insecten auch noch von einer ganz anderen Seite aus. Von den niederen Thieren schon darin verschieden, dafs auch bei ihnen ein über das übrige Nervensystem ein Uebergewicht zeigendes Hirn statt findet, stehen sie sogar dem Menschen gegenüber durch mannigfaltige Aeusserung eines geistigen Vermögens, das bei den Bienen und Ameisen als wirklicher Verstand unläugbar erscheint, dem zwar, was beim Menschen der Fall nicht ist, ein höchst ausgebildeter thierischer Instinct zur Seite steht, ohne dafs jedoch in diesem jener Verstand allein gegründet seyn könnte. Man darf hierüber, um wenigstens den Ameisen wirkliche Vernunft zugestehen zu müfsen, nur die Schrift des jüngeren Hubers, sur les moeurs des fourmis indigénes, nachsehen.

Lassen sich aber die Insecten und vorzüglich die höheren Ordnungen unter ihnen, die Hymenoptera, nicht ansehen als eine in der einfachen Reihe der Thierarten niedrig

stehende Klasse, sondern müssen sie eher angesehen werden als dem Menschen und den höheren Mammalien gegenüber stehend, als der höchste Grad von Ausbildung, im Körperlichen wie im Geistigen, zu der die Natur in einer gewissen Richtung der Thierheit überhaupt auf unserer Erde gelangen konnte, so wird auf der einen Seite schon eine Mannigfaltigkeit sich zum voraus erwarten lassen, wodurch die Natur strebte, die Stufe körperlicher und geistiger Vollkommenheit in dieser Thierklasse überhaupt zu erreichen; auf der anderen Seite aber werden die vollkommenen Insecten, weil sie Vervollkommnung einer anderen Richtung der allgemeinen Thierheit sind, als die Säugthiere und der Mensch, mannigfaltige Gegensätze schon in ihrer thierischen Oeconomie gegen diese Geschöpfe und also gegen uns selbst darbieten, und die Vergleichung dessen, was man übereinstimmendes so wie unterscheidendes in der thierischen Oeconomie der Insecten findet, mit der thierischen Oeconomie des Menschen, mufs nothwendig Aufschlüsse gewähren, selbst in Absicht auf diesen letzteren.

Was nun die Mannigfaltigkeit der Insecten betrift, bei welchen die geflügelten Arten, im Gegensaz zu den Wirbelthieren, die höchste Stufe von Ausbildung darzubieten scheinen, so zeigen die Insecten in den Schmetterlingen nicht nur dieselbe Farbenpracht, wie die Vögel, mit welchen sie auch darin übereinstimmen, dafs die Flügel der Rükenseite, so wie die Füsse der Bauchseite, zugewandt sind; sondern auch, wie es im Wasser lebende Vögel giebt, z. B. die Pinguine, so leben auch geflügelte Insecten, wie die Notonecten, ebenfalls blofs auf dem Wasser; den Vögeln, die blofs bei Nacht fliegen und bei Tag ausruhen, so wie denen, welche bei Tag nur thätig sind und bei Nacht ruhen, stehen schon in der Klasse der Schmetterlinge die Nacht- und Tagschmetterlinge gegenüber; wie die Raubvögel nur von Fleisch sich nähren, so nähren sich die Libellen und andere geflügelte Insecten ebenfalls

nur von Thieren, und wie es der körnerfressenden Vögel viele giebt, so ist auch der Bienen und Anderer Nahrung blofs Pflanzenstoff. Wenn auf dem Boden lebende Mammalien entweder Fleisch fressen, oder von Pflanzen sich nähren, so giebt es unter den Coleopteren manche, wie Arten von Carabis, die gar nicht fliegen können, und blofs auf der Erde laufen, überhaupt unter dieser Klasse von Insecten ebenfalls wieder Fleisch fressende und Pflanzen fressende; und wie die Cetaceen unter den Säugthieren blofs im Wasser leben, so leben manche Käfer wie Dytiscus, Hydrophilus ebenfalls nur in diesem Elemente.

Die Klasse der Reptilien unter den Wirbelthieren hat in einigen Gattungen die auffallenden Metamorphosen, in anderen das Abwerfen zusammenhängender Häute mit den Insecten gemein. Es wiederholt sich die langgestrekte Gestalt der Eidechsen und Schlangen in den Scolopendren.

Den Fischen endlich unter den Wirbelthieren lassen sich in mancher Beziehung die Hydrachna, Pycnogona, Crustaceen entgegensezen, welche leztere offenbar übergehen zu den vollkommenen Insecten.

Wenn es endlich einigen Uebergang von den Wirbelthieren zu den Mollusken und Würmern giebt, so bilden die Insecten durch die Crustaceen, die Lepasarten, von ihrer Seite, offenbar einen ähnlichen Uebergang.

Aber schon dadurch steht das Insect den Wirbelthieren gegenüber, dafs der Anfang der Luftwege nicht mit dem Kopf verbunden ist; im Gegentheil, wenn man die überwiegende Menge von Tracheen am hinteren Theil des Insecten-Körpers nimmt, der Anfang der Luftwege bei ihnen gegen das entgegengesezte Ende des Körpers zu gerükt ist, so dafs bei einigen im Wasser lebenden Larven von Insecten alle Luft zur Respiration sogar nur durch das Afterende in den Körper dringt. Aber auch bei den vollkommenen Insecten hat aus dieser Ursache das Abdomen durch seine beweglichen rippen-

ähnlichen Ringe eigentlichen Thoraxbau erhalten. Es ist merkwürdig, daſs einige Annäherung zu einem solchen Bau in den Wirbelthieren sich bei den Amphibien durch die so tief nach hinten sich erstrekende Reihe von Rippen, so wie durch die Bauchrippen des Abdominalsternums beim Crocodill äuſsert. Wahrscheinlich liegt in dem Verpflanzen des Eingangs der Luftwerkzeuge vom vorderen Ende des Körpers gegen das hintere zu, was so sehr einen Gegensaz gegen den Bau der Wirbelthiere macht, ein Hauptgrund der groſsen Verschiedenheit der ganzen thierischen Haushaltung der Insecten und Wirbelthiere überhaupt.

Zunächst dürfte Folge von dem Aufhören eines auf einander liegenden doppelten Canals für Speise und Luft am Kopf, das Verschwinden eines klappenartigen, den gemeinschaftlichen Ausgang der Mundhöhle von unten herauf dekenden Unterkiefers seyn; wogegen nun der bloſse Oberkiefer, in eine rechte und linke Hälfte getheilt, eine verticale Mundspalte bildet.

Mit Entfernung des Anfangs der Luftwege vom Kopfende scheint Entfernung der Höhlen für das Geruchs-Organ gegeben zu seyn, das nur in den niedrigsten Klassen der Wirbelthiere, bei den Fischen, nicht mit dem Anfange der Luftwege verbunden ist. Hierin mag mir ein Grund liegen, warum der Kopf der Insecten nur eine einfache, vom Schlunde allein durchdrungene Höhle bildet.

Wenn das Rükengefäſs ein Analogon des Herzens, jedoch ohne alles Gefäſssystem ist, wovon weiter unten, so erklärte sich, warum es mit den Luftwegen, deren Anfang vorzüglich an das Abdomen verpflanzt ist, beim vollkommenen Insect ebenfalls bloſs in der Bauchhöhle sich befindet.

Wichtiger wird aber der Umstand, daſs nun mit dem Verrüken des Anfangs von den Luftwegen vom vorderen Ende des Körpers nach hinten zu, dieser Anfang der Luftwege beim vollkommenen Insect nicht mehr ein einfacher ist, son-

dern ein vielfacher wird. Damit scheint das Zerschnittenseyn des Körpers in mehrere Ringe, was die Insecten so sehr auszeichnet, dafs die ganze Classe davon ihren Namen bekommen hat, gegeben zu seyn. Sollte nicht dieses Vertheiltseyn des Anfangs der Luftwege beim Insect, da die Luftwege vom Kopf weggerükt sind, seinen Grund darin haben, dafs in keiner Thierklasse das Nervensystem, welches überhaupt in den höheren Thierklassen das charakterisirende zu seyn scheint, im Abdomen einen solchen Concentrations-Punct besizt, wie im Kopf, und im Gegentheil dort selbst schon mehr in eine netzförmige Verbreitung von Ganglien zertheilt ist.

Am wichtigsten aber nun ist diese Vervielfachung der Luftwege für die ganze innere thierische Haushaltung des Körpers. Wie schon Lyonet bemerkt, so dringt die Luft durch die sich zahllos zerästelnden Tracheen beim Insect unmittelbar auch zu jedem inneren Theil seines Körpers, und hiedurch bildet sich der gröfste physiologische Gegensaz zwischen den Insecten und den Wirbelthieren. Da auf diese Art die Luft überall selbst auf das Blut wirken kann, und besonders da, wo dieses als ernährender Stoff von den festen Organen aufgesogen und umgewandelt wird, so fällt hiermit schon der bei den Wirbelthieren, wegen des Mangels einer unmittelbaren Verbreitung der Luft durch den ganzen Körper, nöthige Kreislauf weg, durch welchen das Blut in unzähligen Verästelungen von den verschiedenen Theilen, wo es zur Ernährung oder sonstigem Absaze oder Aufnahme eines Stoffes gebraucht wurde, zu der in einer Masse in den Lungen vorhandenen Luft zurükgeführt, da der chemischen Einwirkung dieser Luft ausgesezt, und von hier wiederum durch den ganzen Körper in vielen Aesten als ein umgeändertes zur Ernährung und Absonderung von neuem taugliches Blut, getrieben wird.

Sobald aber kein Kreislauf der allgemeinen Säftemasse

bei den Insecten mehr statt findet, so kann auch nicht das verbrauchte von organischem Stoffe aus dem ganzen Körper vorerst der allgemeinen Säftemasse wieder übergeben, und erst vermittelst des Kreislaufs an bestimmte Absonderungs-Organe gebracht werden. Es mufs also bei dem Insect eine andere Art von unmerklichem Wechsel des organischen Stoffs statt finden, als bei Thieren mit Kreislauf; jedes Organ mufs nämlich an seiner Stelle selbst die ihm untauglich gewordenen Stoffe der Aussenwelt übergeben; oder aber, wenn es sein bisheriges Leben fortzusezen nicht Stoff genug hat, oder einen nicht mehr tauglichen, wieder völlig in die allgemeine Masse des organischen Stoffs aufgelöst, und aufs neue daraus construirt werden. Wahrscheinlich hängt nun hievon das wiederholte Häuteln der äufseren Theile bei den Insecten ab, während der Darmcanal und die wenigen mit demselben zusammenhängenden hohlen Organe unter flüssigerer, schleimigter Form das ihnen nöthige Ausstofsungsgeschäft besorgen, die Wandungen der Tracheen aber dieses durch die abondante Ausdünstung der Luftwege vollbringen, vielleicht auch durch ihr inneres Häuteln, bei dem jedesmaligen Abstreifen der Haut und der Chrysalidenhülle.

Theile hingegen, welche bei den Insecten nicht mit der äufseren oder mit einer mehr einwärts gekehrten Oberfläche zusammenhängen, lösen sich wie die Muskeln nach einiger Zeit ihres organischen Lebens ganz in der allgemeinen organischen Flüssigkeit wieder auf, und werden von neuem, aber nicht mehr als die alten Organe, construirt. Auch wo keine solche völlige Auflösung und Wieder-Construirung statt findet, zeigen doch die inneren Organe bei den Insecten, selbst ihr Nervensystem, weit gröfsere Umänderungen, als dieses im Allgemeinen bei den Thieren mit Kreislauf der Fall ist. Aus dem Mangel eines unmerklichen Wechsels des Stoffs bei inneren Organen dürfte überhaupt vielleicht die Nothwendigkeit der ausgezeichneten, gleichsam stofsweise

erscheinenden Metamorphosen hervortreten, welche die Insecten vorzugsweise vor jeder andern Thierklasse characterisiren.

Mit unmerklichem Wechsel fällt das Daseyn eines lymphatischen Gefäfssystems und seiner Drüsen hinweg, so wie das Daseyn jenes einförmigen Mittelorgans, in welches alle übrigen eingesenkt sind, und in welches diese ihre auszustofsenden Stoffe vorher ablagern, ehe dieselben von dem hieraus entspringenden lymphatischen Gefäfssystem aufgenommen und einem Kreislauf übergeben werden können. Dieses Mittelorgan ist bei den Thieren mit Kreislauf das Zellgewebe, und so fehlt den Insecten mit den Blutgefäfsen und den lymphatischen Gefässen auch dieses. So wie ferner ihnen mit den Blutgefässen auch der drüsigte Bau der aussondernden Organe fehlen mufs, so mufs ihnen besonders auch jede Drüse ohne Ausführungsgang fehlen; sie haben daher keine Milz, keine Nebennieren, keine Thymus, keine Thyreoidea.

Damit, dafs immer an Ort und Stelle die für den organischen Lebensprocefs unbrauchbar gewordenen Stoffe beim Insect ausgeschieden werden müssen, und nicht vermittelst eines Kreislaufs aus dem ganzen Körper an besondere Ausstofsungsorgane gebracht werden können, bedürfen die Insecten überhaupt weniger besonderer Ausstofsungsorgane. Es fällt daher bei ihnen die Hautausdünstung hinweg; sie haben kein Pancreas, wahrscheinlich keine Leber.

Da die Luft auf die Insecten wie auf andere Thiere oxydirend wirkt, bei den Insecten aber kein Kreislauf statt findet, so werden auch die stärksten Producte der Oxydation bei den Insecten schon da sich zeigen, wo die Luft mit dem thierischen Stoffe in die unmittelbarste Berührung tritt, und es wird nicht wie bei Thieren mit Kreislauf ein solches Product der Oxydation an von den Luftwegen entfernten Stellen erst sich sammeln. Thierischer Stoff nimmt aber durch

Oxy-

Oxydation innerhalb einer gewissen Grenze an Festigkeit zu. So ist nun bei den Thieren mit Kreislauf das Skelett, obschon entfernt von den Luftwegen, zugleich das System, dessen Theile die gröfste Festigkeit haben, und die in chemischer Hinsicht als die oxydirtesten, gleichsam als Ueberbleibsel der organischen Verbrennungs-Processe sich zeigen. Bei den Insecten aber giebt es kein eigentliches Skelett, wenn man nicht die an der Luft sichtbar erst erhärtenden äufseren Bekleidungen der Insecten dahin rechnen will, die aber offenbar mehr mit der Epidermis und ihren verschiedenen härteren Producten der mit Kreislauf versehenen Thiere übereinstimmen. Das Skelett der Insecten ist gleichsam zusammengeflossen mit den Tracheen; und wie es bei den Thieren mit Kreislauf das eigentlich feste Gerüste bildet, nach welchem sich die Anlagen der übrigen weichen Theile richtet, so ist oben gezeigt worden, dafs die Tracheen bei den Insecten eigentlich das Bildungsgerüste sind, was die Form aller einzelnen Theile bestimmt.

Wenn nun aber bei den Insecten aus den oben gegebenen Gründen kein anderer unmerklicher Wechsel des Stoffes statt findet, als ein solcher, wo auf einmal in Masse aller Stoff weggeworfen wird, und wenn doch bei ihnen, wie bei anderen Thieren, die Oxydation im chemischen Lebensprocefs überwiegend ist, so mufs derjenige Antheil von Sauerstoff, der über die Wandungen der Tracheen hinaus sich verbreitet, dem allgemeinen Nahrungssaft zulezt eine wirkliche sauere Beschaffenheit mittheilen, während bei Thieren mit Kreislauf schon in der Blutmasse selbst ein Unterschied in Absicht auf Oxydation der venosen Seite des Gefäfssystems von der arteriosen sich ausspricht, und weil ein beständiger unmerklicher Wechsel der Theile vor sich. die Oxydation der arteriosen Seite nie bis zur wirklichen Säurung geht. Dadurch, dafs die Oxydation des Bluts bei den Insecten wirklich bis zur Säurung geht, läfst sich auch aus ihm leichter, ob-

schon nicht bei allen Insecten, durch eigene Absonderungs-Organe eine eigene Säure bereiten, wie die Säure bei der Raupe der Bombyx Vinula, der Ameise u. s. w.

Sollte nun nicht dieser allgemeinen Säurung des Bluts bei den Insecten als ein allgemeiner Gegensaz die wirklich alkalinische Beschaffenheit der Secretion des Speisenwegs entgegenstehn?

Der Organismus bedarf aber zum Wechselspiel seiner Kräfte nicht blofs differenter Stoffe, und ihrer gegenseitigen Einwirkung auf einander, sondern auch indifferenter, die beiderlei Extreme gleichsam vermittelnder. In dieser Hinsicht ist es wichtig, dafs bei allen Insecten eine abgesonderte Partie von Flüssigkeit vorkomme, welche weder sauer, noch alkalinisch wie die übrigen Flüssigkeiten, sondern völlig neutral ist. Es ist wichtig, dafs diese Flüssigkeit eingeschlossen ist in einem Behälter, der vorzugsweise vor allen ähnlichen bei den Insecten ein höheres organisches Leben zeigt. Es ist dieses die neutrale Flüssigkeit, welche in dem Rükengefäfs eingeschlossen ist, das beständig pulsirt, ohne kleinere Gefässe abzugeben, noch welche zu erhalten. Wenn man nimmt, dafs dieses Rükengefäfs mit dem Nervensystem durch den rüklaufenden Nerven [12]) in der genauesten Verbindung

12) Siehe Lyonet Traité anatomique Chap. XI. Du Coeur. In diesem Kapitel giebt Lyonet gleich anfangs die Verbindung eines rüklaufenden Nerven, den er Bride de l'Oesophage nennt, mit dem Rükengefäfs an, so wie die Verbindung dreier kleiner Ganglien, die er mit dem Namen Ganglions frontaux belegt, mit eben demselben. Ich will hier einen Theil von dem, was Lyonet über die Verbindung des Nervensystems mit dem Rükengefäfs sagt, angeben: Ces ganglions communiquent, ainsi qu'on le verra dans la suite, avec les deux premiers des 13 gros ganglions de la Chenille. Et comme tous communiquent les uns avec les autres, au moyen du conduit de la moëlle épiniere, si ces petits ganglions attirent le suc, dont le coeur les abreuve sans-cesse, on ne sauroit presque

steht, dafs das Nervensystem selbst bei allen Thieren in chemischer Hinsicht den indifferentesten Character, und weder einen ausgezeichneten von Verbranntseyn, noch von Verbrennlichkeit, auf der andern Seite aber die gröfste Concentration des organischen Lebens überhaupt zeigt, so dürfte wohl das Rükengefäfs in einem nothwendigen Zusammenhang mit dem Nervensystem bei den Insecten stehen, deren übrige Flüssigkeiten einen so differenten chemischen Charakter aussprechen. Man könnte selbst sagen, die herzförmige Pulsation des Rükengefässes, das doch bei den Insecten mit der allgemeinen Blutmasse in keinem unmittelbaren Zusammenhang steht, erweist dafs auch bei den Thieren mit Kreislauf die Pulsation des Herzens noch einen unbekannten Einflufs auf die Functionen des Nervensystems habe, abgesehen von dem mechanischen Fortstofsen des in seiner Höhle enthaltenen Bluts. Schon das Gefühl von Ohnmacht auch beim Menschen, was so häufig von der Gegend des Herzens aus, bei noch vorhandenem Bewufstseyn, geht, dürfte dieses aussprechen. Bei dem Mangel an Kreislauf in den Insecten bildet wenigstens das Rükengefäfs durch seine beständige Bewegung offenbar einen inneren Reiz auf das mit ihm so genau verbundene Nervensystem. Dieser Reiz ist vielleicht um so nothwendiger, als diesen Thieren auch der Reiz selbst erzeugter höherer Wärme fehlt, als die des umgebenden Mediums ist. Das träge Leben der mehrsten kaltblütigen Thiere und selbst bei denen, die schnell sich bewegen, die Eingeschränktheit und Einfachheit ihrer Lebensäufserungen steht in auffallendem Contrast mit der Lebendigkeit und der Mannigfaltigkeit von Lebensäufserungen bei den Insecten, obschon sie auch kaltblütige Thiere sind. Doch dürfte die vollständige Oxydation der Blutmasse bei ihnen, obschon sie nicht im Kreise bewegt

douter que ce suc ne se distribue, par leur entremise, aux autres ganglions et alors il sera probablement ce qui nourrit les nerfs.

wird, als innerer Reiz für das Nervensystem, den fehlenden des Kreislaufs und erhöhter thierischer Wärme überwiegend ersezen.

Wenn man bedenkt, dafs beim Menschen der Siz lebhafter Gefühle gleichsam in der Brust, und im Herzen selbst ist, so mufs die Entfernung des Analogons des Herzens, nämlich des Rükengefässes, zugleich mit dem hauptsächlichsten Apparat der Luftwege, von der gröfseren Nähe des Kopfs hinweg, aus der Brust nämlich mehr in das Abdomen, offenbar bei den Insecten auch ihr ganzes Gefühl und Empfindungssystem verändern. Sollte es vielleicht von diesem herrühren, dafs der Kopf bei den Insecten, getrennt vom Körper, weniger verschiedene, und weniger lang dauernde willkührliche Handlungen äufsert, der kopflose Rumpf aber noch weit mannigfaltigere und länger dauernde, so dafs selbst kopflose Insecten sich noch begatten. Sollte zunächst der aufserordentliche Geschlechtstrieb der Insecten und der Umstand, dafs ihre künstlichen Handlungen weniger auf ihre Ernährung, als auf ihre Fortpflanzung und die Unterstützung der neuen Brut sich beziehen, davon herrühren?

Bemerkenswürdig dürfte doch seyn, dafs auch bei den Thieren mit Kreislauf, wo die Luftwege sich bis in das Abdomen, also ebenfalls bis in die Nähe der Geschlechtstheile, erstreken, ein ähnlicher künstlicher Instinct blofs in Beziehung auf die Fortpflanzung statt findet, namentlich bei den Vögeln, die im Bau ihrer Nester oft so wunderbar verfahren.

So hätte vielleicht die Natur blofs des Herunterrükens der Luftwerkzeuge gegen das Abdomen zu bei den Insecten bedurft, um eine völlig verschiedene thierische Oeconomie in denselben hervorzubringen, selbst um thierische Instincte der wunderbarsten Art zu weken, das ganze Empfindungssystem dieser Geschöpfe ein anderes seyn zu lassen, als das beim Menschen und den Säugthieren, und so selbst eine psychische

Verschiedenheit, die in ihrer Art stufenweise ebenfalls ein Höchstes erreichte, hervorzubringen.

---

## Folgerungen für die Physiologie der Säugthiere und des Menschen.

Aus den angegebenen Untersuchungen werden sich mit mehrerer Gewifsheit, als die angeführten Vermuthungen geben können, folgende weitere physiologische Säze ziehen lassen.

Da bei den Insecten weder Gefäfssystem noch Zellgewebe statt findet, wohl aber Muskeln, Nerven, einfache Häute und Ausführungsgänge vorhanden sind, so mufs man schliefsen, dafs diese Organe auch bei den Thieren mit Kreislauf nicht blofs aus verdichtetem Zellgewebe bestehen; dafs sie ferner ihre Bildungs-Ursachen in sich haben, und hierin unabhängig vom Blutgefäfssystem sind; dafs die Verschiedenheit der abgesonderten Säfte in den höheren Thierclassen nicht abhängen von der Verschiedenheit des Bluts oder der Verschiedenheit seiner Austheilung in den Drüsen, sondern dafs in allen absondernden Drüsen das eigentlich Bestimmende in den Wandungen der Ausführungsgänge liege, die beym Insect vom ganzen Drüsenbau allein übrig sind.

Die Insecten beweisen, dafs auch Fettbildung unabhängig von Zellgewebe und Kreislauf ist; und deutlicher, als bei den höheren Thierclassen, zeigt sich bei den Insecten, dafs das Fett Vorrath zur Ernährung sey, und unmittelbar wieder übergehen könne in organische Flüssigkeit, die zur neuen Bildung dient.

Eyweifsstoff aber dürfte wohl im ganzen Thierreich der unmittelbar ernährende Stoff seyn, da er als ein Hauptbestandtheil des Chylus der Insecten und ihres unbeweglichen

Blutes, so wie der Flüssigkeit ihres Eyes, ebenso wie beim Chylus, Blut und Ey der Thiere mit Kreislauf, ist.

Dafs Athemhohlen eine vom Kreislauf unabhängige Function sey, dafs die Lungen nicht durch den Reiz des bewegten Blutes zu diesem Geschäft angetrieben werden, erweisen die Insecten.

Sie beweisen auf der anderen Seite, dafs es zweierlei Factoren bedürfe, zur Erzeugung einer selbsständigen thierischen Wärme, die gröfser ist, als die des umgebenden Mediums, dafs, um eine solche Wärme hervorzubringen, es nicht blofs einer vollständigen Oxydation der allgemeinen Blutmasse bedürfe, sondern auch einer Bewegung derselben, so wie umgekehrt die Bewegung der Blutmasse ohne vollständige Oxydation ebenfalls dazu nicht zureicht.

Ueberhaupt lassen sich in dieser Hinsicht die ausgebildeten Thiere in vier Klassen abtheilen. Bei den Säugthieren und den Vögeln wird alles Blut der Berührung der Luft ausgesezt, und zu gleicher Zeit beständig im Kreise bewegt. Diese Thiere sind warmblütig Bei den Insecten ist ebenfalls alles Blut dem Zutritt der Luft ausgesezt, aber es wird nicht im Kreise bewegt, und sie sind kaltblütig. Bei den Reptilien wird nur ein Theil der Blutmasse einer vollständigen Oxydation durch die atmosphärische Luft ausgesezt, und dann im Kreislaufe der übrigen nicht oxydirten Blutmasse beigemischt, und diese Thiere sind kaltblütig. Bei den Fischen endlich wird zwar die ganze Blutmasse durch Kreislauf der Oxydation durch die Luft ausgesezt, aber diese Oxydation ist unvollständig, weil sie blofs durch Luft geschieht, die in kleiner Menge im Wasser sich befindet; daher sind auch die Fische kaltblütig. So ist auch der Foetus des Menschen in Mutterleib noch ein kaltblütiges Thier, troz seines Kreislaufs, weil ihm die Oxydation seiner Blutmasse fehlt. Bey den Fischen entsteht nie Warmblütigkeit, wenn sie auch noch so schnell sich bewegen, weil durch alle diese

Bewegungen der relative Mangel an Oxydation durch das Wasser nicht aufgehoben wird; aber bei den Insecten, deren Blut vollständig durch Luft oxydirt wird, darf nur eine bedeutende Bewegung des Körpers hinzutreten, die auch auf die sonst ruhende Blutmasse einen Einflufs äufsert, und sie erzeugen, wie oben bemerkt worden ist, eine sehr bedeutende Menge von Wärme. Umgekehrt darf nur bei den Säugthieren, die in den Winterschlaf verfallen, troz dem, dafs die Luft eben den Zugang zu ihren Lungen hat, wie vorher, und Kälte sie zur Oxydation noch geneigter macht, die Schnelligkeit der Bewegung des Bluts abnehmen, und sie sinken gleichsam zu kaltblütigen Thieren herunter. So zeigt sich umgekehrt auch beim Menschen vermehrte thierische Wärme im Fieber, bei beschleunigtem Kreislauf, ohne dafs jedesmal sichtbar das Athemhohlen dabei beschleunigt wäre; so wie wahrscheinlich wegen Vermehrung des Luftzutritts vorzüglich die Vögel auf der anderen Seite warmblütiger sind, als die vierfüfsigen Thiere. Bewegung dürfte also in Erzeugung thierischer Wärme eben so gut als Oxydation der Blutmasse durch Luft in Rechnung genommen werden, und keiner dieser Factoren ohne den andern diese Erscheinnngen allein hervorzubringen im Stande seyn.

Da ferner bei den Insecten die eine vollkommene Metamorphose durchmachen, die Muskeln, die vorher der Larve angehörten, nach und nach verschwinden und erst später sich wieder aus der allgemeinen breyartigen Masse, die zur Bildung dient, als neue dem vollkommenen Insect angehörige Muskeln entwikeln, während weder das Nervensystem noch die Häute der verschiedenen Organe verschwinden, so erhellt hieraus, dafs leztere Organe wesentlichere Grundzüge des thierischen Körpers darstellen, als seine reizbare Faser.

Die Insecten kommen nun mit den Wirbelthieren besonders darin überein, dafs auch bey ihnen das Nervensystem das nähere Seelenorgan ist, und ein Theil desselben, näm-

lich das Hirn, gleichsam die Herrschaft über das Uebrige hat. Vergiftungen erweisen sich bei ihnen als Einfluſs auf das sensible Nervensystem, ohne Mittel des Kreislaufs, äuſsernd.

Da bei den Insecten kein bemerkbarer Unterschied zwischen dem harten und weichen Nervensystem statt findet, so ergiebt sich daraus bei den Thieren mit Kreislauf, daſs das weiche Nervensystem derselben vom Daseyn der Blutgefäſse abhängig sey.

Endlich ergiebt sich aus der Vergleichung mit den Insecten, daſs wenn schon bei den Mammalien und dem Menschen die Thätigkeit der Sinnnerven einigermaſsen abhängig ist von der gehörigen Beschaffenheit des Kreislaufs, die Sinnorgane doch in sich den Grund ihrer besonderen Thätigkeit enthalten, und die Kraft dazu nicht erst vom Kreislauf entlehnen.

---